



PROJETO DE GRADUAÇÃO 2

PROPOSIÇÃO DE MODELO DE ROTEIRIZAÇÃO PARA DISTRIBUIÇÃO DE ENCOMENDAS

Por
Juliana Ponte Gonçalves

Brasília, 07 de dezembro de 2016.

UNIVERSIDADE DE BRASILIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Faculdade de Tecnologia
Departamento de Engenharia de Produção

PROJETO DE GRADUAÇÃO 2

**PROPOSIÇÃO DE MODELO DE ROTEIRIZAÇÃO PARA DISTRIBUIÇÃO DE
ENCOMENDAS**

Por
Juliana Ponte Gonçalves

Relatório submetido como requisito parcial para obtenção do título de Graduação em
Engenharia de Produção, sob orientação do Professor Sérgio Ronaldo Granemann

Banca Examinadora

Prof. Sérgio Ronaldo Granemann, UnB/ EPR
(Orientador)

Prof. Reinaldo Crispiniano Garcia, UnB/ EPR

Brasília, 07 de dezembro de 2016

Agradecimentos

A Deus e a Nossa Senhora que nos amam mais do que merecemos e são a razão da minha existência.

Aos meus pais, Claudia Cavalcante Ponte e Júlio César da Costa Gonçalves, e aos meus irmãos, Lucas Ponte Gonçalves e Vítor Ponte Gonçalves, que me ensinam diariamente os valores essenciais para que eu seja quem eu sou hoje.

Ao meu professor orientador Sérgio Ronaldo Granemann pela paciência, conhecimentos compartilhados e apoio.

Às amigas Bruna Ghelli Tomáz Leite e Gabriela Labanca Carvalho e Castro pelo companheirismo, estudos juntas e amizade. Vocês foram essenciais para que eu chegasse ao final da graduação.

Ao amigo e companheiro Maxwell Cayron Silva Castro que incentivou e apoiou a elaboração do meu Projeto de Graduação.

A todos os que tive a oportunidade de conhecer em experiências profissionais pela troca de conhecimentos.

Com carinho,
Juliana Ponte Gonçalves

RESUMO

A distribuição de encomendas é uma atividade que demanda organização e planejamento para que seja realizada de maneira eficiente e eficaz. Logo, é imprescindível que as empresas busquem técnicas para a otimização dos processos relacionados à distribuição. Uma dessas técnicas é a roteirização de veículos. A roteirização é uma forma de auxiliar este processo por determinar um ou mais roteiros de paradas a serem seguidos de acordo com as decisões, os objetivos e as restrições da frota estudada. Este trabalho foi desenvolvido em uma empresa distribuidora de encomendas e buscou analisar a situação real que as rotas estão sendo executadas propondo um modelo de roteirização. Para a otimização do processo, aplicou a heurística do método de Clarke e Wright para comparar o real com o ideal. Após um estudo dos custos logísticos relacionados, o trabalho identificou a possibilidade de redução de custos, visto que as distâncias percorridas pela roteirização ideal são menores que no cenário atual.

Palavras-chaves: Distribuição de encomendas, roteirização de veículos, método de Clarke e Wright, Custos Logísticos

ABSTRACT

Parcels' distribution is an activity which demands organization and planning to be done in an efficient and effective way. Thus, it is fundamental that companies search for techniques to optimize the processes related to the delivering activity. One of these techniques is the vehicle routing one. The routing technique is a way to support this process determining one or more stop routes to be adopted, according to decisions, goals and limitations related to the studied shipping. Problem this work has been developed at a parcels' distributor company aiming to make an analysis of the executed routes' current situation and to propose a routing model. In order to achieve the process optimization, Clarke and Wright method's heuristic is apply to compare the real with the ideal situations. After studying the related logistic costs, this work identified the possibility of reducing costs, considering that the distances made by the ideal routing are shorter than the ones in the current scenario.

Keywords: Parcels' distribution, vehicle routing, Clarke and Wright method, logistics costs

Lista de Ilustrações

Figura 1: Logística Integrada dos Correios

Figura 2: Transporte “um para um” e transporte “um para muitos”

Figura 3: Classificação das atividades logísticas segundo a ABML

Figura 4: Esquema Geral de um Sistema de Coleta/ Distribuição

Figura 5: Dois pares de nós (I-J e K-L) rearranjados no método 2-opt, para solução do PCV

Figura 6: Possíveis recombinações de nós no método 3-opt

Lista de Equações

Equação 1: Distâncias

Equação 2: Distâncias combinadas

Equação 3: Ganhos

Lista de Quadros

Quadro 1: Comparativo entre casos de sucesso pela aplicação de métodos de roteirização

Quadro 2: Restrições do Problema

Quadro 3: Especificações do Problema

Quadro 4: Exemplo de Informações de Um Dia de Distribuição

Quadro 5: Matriz das Distâncias entre os Pontos de Distribuição do Dia 1

Quadro 6: Matriz dos Ganhos

Quadro 7: Ganhos Hierarquizados do Dia 1

Quadro 8: Início do Roteiro 1

Quadro 9: Desenvolvimento do Roteiro 1 do Dia 1

Quadro 10: Quadro Comparativo do Dia 1

Quadro 11: Quadro Comparativo do Dia 2

Quadro 12: Quadro Comparativo do Dia 3

Quadro 13: Quadro Comparativo do Dia 4

Quadro 14: Quadro Comparativo do Dia 5

Quadro 15: Ganhos dos Roteiros Propostos

Quadro 16: Informações Gerais dos Roteiros Real e Ideal

Quadro 17: Custos Logísticos da Distribuição de Encomendas Estudada

Quadro 18: Fluxo de Custos Projetado para a Situação Real

Quadro 19: Fluxo de Custos Projetado para a Situação Ideal

Lista de Gráficos

Gráfico 1: Distância Percorrida por Dia da Semana

Gráfico 2: Tempo de Deslocamento por Dia da Semana

Gráfico 3: Tempo Gasto pelo Motorista no Mês com Distribuição de Encomendas

Gráfico 4: Tempo Mensal Destinado a Atividades Internas

Gráfico 5: Salário do Motorista Proporcional ao Tempo de Trabalho

Gráfico 6: Custo de Combustível Anual nos Roteiros Real e Ideal

Lista de Símbolos

Siglas

ABML - Associação Brasileira de Movimentação e Logística

DPVAT – Danos Pessoais causados por Veículos Automotores de via Terrestres

IPVA- Imposto sobre a Propriedade de Veículos Autorizados

INSS - Instituto Nacional de Seguro Social

FGTS - Fundo de Garantia do Tempo de Serviço

Sumário

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 11 |
| 1.1 Contextualização e Justificativa | 11 |
| 1.2 Objetivo Geral | 16 |
| 1.3 Estrutura do Trabalho | 16 |
| 1.4 Metodologia | 17 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO | 18 |
| 2.1 Distribuição de Produtos sob Encomenda | 18 |
| 2.2 Roteirização | 23 |
| 3. MÉTODO DE ROTEIRIZAÇÃO PROPOSTO..... | 36 |
| 3.1 Heurística de Clarke e Wright | 37 |
| 3.2 Aplicação do Método de Clarke e Wright | 37 |
| 4. ANÁLISE DOS DADOS | 44 |
| 4.1 Rotas Ideais..... | 44 |
| 4.2 Custos Logísticos..... | 50 |
| 5. CONCLUSÃO..... | 59 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 61 |
| APÊNDICES | 66 |
| Apêndice 1 | 66 |

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta o problema, os objetivos, a metodologia e a estrutura do trabalho.

1.1 Contextualização e Justificativa

Devido à globalização e aos novos cenários mercadológicos, o mercado mundial sofreu diversas modificações, e as organizações de diferentes segmentos foram obrigadas a se desenvolver e a otimizar seus processos. As empresas devem ter o foco nas necessidades e exigências de seus clientes para aperfeiçoar seus processos produtivos, incluindo a distribuição física de materiais (PINHEIRO e FILHO, 2014).

Segundo Ballou (2006), os países em desenvolvimento possuem características de aumento nos hábitos de consumo nas áreas geograficamente próximas. Isso gera um aumento da concentração da força de trabalho e um aumento das áreas urbanas. Consequentemente, é gerada uma grande concorrência entre as empresas, fazendo com que as organizações necessitem pensar em estratégias cada vez melhores para atender aos clientes, para reduzir ao máximo os seus custos e aperfeiçoar os serviços oferecidos, inclusive os de transporte de cargas. Além disso, para Pinheiro e Filho (2014), “com o aumento da concorrência, otimizar operações de distribuição torna-se um diferencial competitivo”.

Segundo o *site* dos Correios (www.correios.com.br), o transporte de produtos sob encomenda deve ser adaptado de acordo com as necessidades de cada operação. Para isso, deve-se oferecer a logística integrada para atender às operações locais, regionais ou até nacionais, desde o recebimento dos pequenos pacotes de produtos até a entrega ao consumidor final, aumentando a capacidade de planejamento. Isso proporciona uma melhoria do controle pela informação de rastreamento, a eliminação do desperdício e o aumento da qualidade nas etapas da logística integrada. Dessa forma, a figura 1 apresenta os serviços oferecidos pelos Correios para se adequar às necessidades dos seus clientes.

Figura 1: Logística Integrada dos Correios



Fonte: Site dos Correios (www.correios.com.br)

De acordo com Ballou (2006), o sistema de transporte possui grande importância econômica, visto que pode absorver até cerca de dois terços dos custos logísticos totais. Caso o transporte seja pouco desenvolvido, o mercado fica limitado às áreas geograficamente próximas ao local em que é realizado o processo produtivo. Por outro lado, o transporte com baixos custos, funcionando de forma eficiente, contribui para o aumento da competitividade entre as empresas do mercado, para o aumento das economias de escala da produção e para a redução dos preços finais dos produtos. Portanto, reduzir os custos do sistema de transporte, melhorar os serviços ao cliente e obter os melhores roteiros para os veículos de distribuição, com o intuito de minimizar os tempos e as distâncias percorridas, são dificuldades frequentes de tomada de decisão da organização.

O contexto apresentado exige que as organizações desenvolvam novas técnicas de negociações com os seus consumidores. Assim, preparam-se para se desenvolver e aderir às mudanças exigidas. Por conseguinte, a automatização dos processos de negócios e as informações em tempo hábil devem ser gerenciadas através de mapeamento e armazenamento, de forma a viabilizar a excelência dos produtos e serviços e a busca por custos competitivos. Esse cenário estimula a vantagem competitiva e faz com que as organizações optem pela utilização de novas formas que envolvem o consumidor, como o e-commerce (FARIA & MULLER, 2006).

Para Bornia et al. (2006), o e-commerce é a aquisição de produtos sem a necessidade de o cliente ir a uma loja física para realizar a operação, pois essa transação pode ser realizada eletronicamente. A empresa vendedora disponibiliza, por uma loja *online*, seus produtos para comercialização juntamente com as suas especificações técnicas, imagens, preço e formas de pagamento. Por sua vez, o cliente acessa diversas lojas virtuais a fim de comparar os produtos e comprar aquele que mais lhe agrada. O e-commerce aumenta a comodidade dos clientes, possibilita o recebimento das compras no destino desejado e facilita as compras em pequenos volumes. De acordo com Cabral (2001), a entrega dos produtos corretamente e no prazo combinado é fundamental para o sucesso do e-commerce, viabilizando entrega de forma ágil e eficiente para inúmeros clientes pulverizados em dado espaço geográfico. Cada cliente escolhe sua prioridade quanto ao produto, prazo de entrega e preços. Quanto à empresa, possuir a logística eficiente tornou-se algo fundamental para garantir os prazos estabelecidos e

a fidelização dos clientes, inserindo assim a disponibilização de informações em tempo real para rastrear o produto comprado pelo cliente.

De acordo com o *site* dos Correios (www.correios.com.br), o e-commerce, conhecido em português como comércio eletrônico, tem boas possibilidades de crescimento diante das perspectivas econômicas e sociais do Brasil, tais como: aumento da população com acesso ao mundo digital, melhoria do nível de serviço oferecido pelas lojas *online*, expansão da economia, aumento da confiança do consumidor, entre outros.

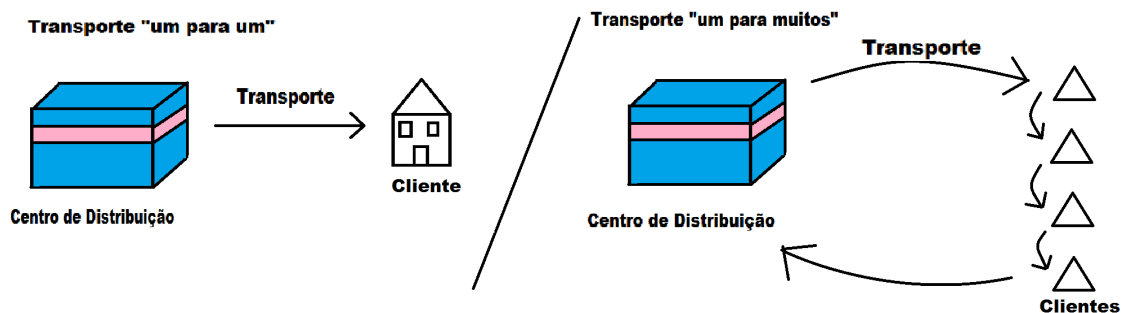
Neste sentido, os Correios (www.correios.com.br) explicam em passos como funciona o seu processo de e-commerce e a relação que existe entre o comércio eletrônico e seus clientes:

- Para começar o processo, a empresa deve focar no atendimento para a venda. A principal ferramenta para a venda pela Internet é a loja virtual. Nela são demonstrados os produtos a serem vendidos com suas fotos e especificações. A empresa deve estar disponível para sanar, com objetividade e clareza, as dúvidas que os consumidores tiverem.
- O próximo passo é destinado ao pagamento. Nessa etapa, o consumidor quer comodidade, e o pagamento antecipado e *online*, juntamente com o processo de venda, acelera o processo de compra. A loja *online* deve, então, oferecer diversas formas de pagamento, para que possa atender ao maior número de clientes possível.
- Por fim, o serviço de entrega faz parte da logística do e-commerce. A loja *online* oferece modalidades de entrega econômica e expressa, relacionadas ao produto vendido. O cliente, por sua vez, escolhe o que melhor lhe convém: os preços mais baixos ou o prazo de entrega menor. Por sua vez, as distribuidoras, no caso os Correios, entregam diversos produtos, pulverizando a entrega e roteirizando o caminho a seguir, de acordo com as restrições estabelecidas.

A logística está relacionada ao produto, visto que é ela que dá as condições reais para que o consumidor possa garantir a posse do produto no momento desejado (NOVAES, 2007). Desta forma, segundo Ballou (2006), o cliente possui a preferência de escolher o serviço de transporte que mais lhe agrada.

O transporte de cargas é realizado por carga completa ou parcelada. Para as cargas completas, o transporte é conhecido como “um para um”, ou seja, o transporte é realizado entre somente um fornecedor e um cliente, com origem e destino definidos. De acordo com Silva e Cunha (2004), para as cargas parceladas, ou fracionadas, o transporte é conhecido como “um para muitos”. Nele a carga do cliente possui uma origem, em comum com outras cargas, e vários destinos, numa mesma viagem, o que significa que a carga de cada cliente não tem o volume necessário para lotar um veículo. Assim, cargas de vários clientes são agregadas e transportadas conjuntamente para que sejam enviadas pequenas remessas de mercadorias para cada destino. Para as cargas parceladas são englobadas as operações de coleta e união de cargas de diversos clientes para a distribuição, seguindo um trajeto e sequência ideal de entrega. Em outras palavras, para Bowerson e Closs (2001), a entrega parcelada se dá quando partes distintas de uma carga de um veículo são entregues em localidades diferentes, seguindo uma rota determinada (Figura 2).

Figura 2: Transporte “um para um” e transporte “um para muitos”



Fonte: Autor

De acordo com Pinheiro e Filho (2014), em situações de cargas parceladas deve ser utilizado um método de roteirização para a resolução do problema de transporte. Para Brejon e Belfiore (2006), a roteirização estabelece os aspectos mais relevantes que devem ser considerados para o procedimento de uma solução ideal e ganho operacional. Segundo Ballou (2006), com o estabelecimento da melhor solução para o problema de transporte, ocorre um aumento no nível de serviço, redução dos custos e oferta de serviço que supera as expectativas

dos clientes. Assim, a utilização de um método de roteirização é extremamente importante para a proposição de uma estratégia de solução adequada.

A importância da roteirização tem levado as organizações a buscarem soluções melhores e resoluções de problemas cada vez mais complexos, além de incorporar cada vez mais restrições a essas situações (CUNHA, 2000). O presente trabalho analisa, sugere e aplica um modelo de roteirização para a distribuição de encomendas. Além disso, depois de encontrada a solução do problema de roteirização, uma estrutura de custos logísticos é definida para avaliar os custos de uma operação de distribuição de encomendas.

1.2 Objetivo Geral

Analisar a adequação de um modelo de roteirização para uma empresa de distribuição de encomendas.

Os objetivos específicos do trabalho são os seguintes:

- Aplicar o modelo de roteirização em um caso real de entrega de encomendas.
- Definir a estrutura de custos da operação.

1.3 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho está estruturado de acordo com os seguintes capítulos:

1. O primeiro capítulo descreve a contextualização e a justificativa do presente trabalho, destaca os objetivos e organiza a estrutura do trabalho, dando uma visão geral do que será realizado.
2. O segundo capítulo trata do referencial teórico sobre os diferentes métodos de roteirização e os custos logísticos associados à roteirização.
3. O terceiro capítulo refere-se a escolha do método de roteirização mais adequado para distribuição de encomendas, além de tratar do levantamento e tratamento dos dados a serem utilizados no processo de roteirização.

4. Ao quarto capítulo cabe o estudo e estabelecimento do roteiro segundo a aplicação do método escolhido e o levantamento dos custos logísticos identificados para o roteiro ideal.
5. O quinto capítulo contém as conclusões do trabalho e propostas para futuros estudos.

1.4 Metodologia

Primeiramente, uma revisão bibliográfica será elaborada, buscando levantar os principais métodos e estudos de roteirização já realizados na área. A partir da revisão, será selecionado o método de roteirização adequado a uma frota de distribuição ou entrega por encomendas que será aplicado em um caso prático.

Em seguida, serão levantadas as informações, disponibilizadas pela empresa, sobre a localização de cada cliente, o peso e volume do produto a ser entregue e o tempo de descarga em cada cliente, por um determinado período. Além disso, serão levantados outros dados operacionais necessários para a resolução do problema de distribuição de encomendas, tais como as características da frota de veículos da empresa. Esses dados serão compilados para visualizar como o processo de entregas é realizado pela empresa, organizando o problema de roteirização.

Na sequência, será aplicado o método escolhido (método de Clarke e Wright) para organizar as entregas da empresa, no mesmo período de tempo e com os mesmos clientes. Com isso, será efetuada uma comparação entre os resultados do método atual empregado na empresa, com o método escolhido para a solução do problema proposto neste trabalho.

Uma vez definida a roteirização para as entregas aos clientes, contendo número de veículos a serem utilizados e suas respectivas capacidades, distância total percorrida, tempo de entregas, serão calculados os custos para a realização da operação logística estabelecida.

Por fim, serão descritas as conclusões do estudo realizado, a flexibilidade de aplicação da metodologia em outros setores, bem como as limitações do trabalho.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo contém a análise e apresentação da literatura relacionada ao desenvolvimento do estudo.

2.1 Distribuição de Produtos sob Encomenda

De acordo com Novaes (2007), até há pouco tempo as empresas realizavam por conta própria todos os seus serviços logísticos. Devido à maior propensão de empresas terceirizarem parte de seus serviços ainda hoje, a logística é considerada um setor em crescimento e transformação. Para Simchi-Levi et al. (2010), a terceirização foi inserida como uma opção de ferramenta para a rápida redução de custos. Assim, segundo Novaes (2007), a terceirização é o repasse de parte de seus serviços como “pacotes” que incluem serviços de valor agregado de forma integrada com o restante da cadeia logística. Os principais motivos para as empresas terceirizarem parte de seus serviços são, segundo o *site* do ILOS (www.ilos.com.br), redução de custos, busca pela maior eficiência na execução das atividades operacionais e redução do investimento em ativos.

Para Novaes (2007), o desenvolvimento da tecnologia de informação e o crescimento da concorrência levaram as empresas a melhorar a produtividade por meio do planejamento da produção, a buscar a excelência em seus processos pela melhoria contínua e a possuir um sistema flexível e ágil de produção. Com o passar do tempo, essas exigências às empresas tiveram como consequência uma forma evoluída de contratação dos serviços terceirizados e aprimoraram o processo de seleção da empresa que terceiriza as atividades. Por conseguinte, a distribuição buscou a redução de custos e uma maior preocupação com o nível de serviço oferecido ao cliente final, mediante a utilização de recursos de tecnologia da informação para a comunicação e troca de informações.

Segundo Slack et al. (2009), foi a Internet que disponibilizou as informações mais prontamente, aumentando a facilidade de compartilhamento das informações do local onde os

produtos estão na cadeia de suprimentos, ou seja, viabilizou a comunicação entre transportador, armazéns, fornecedores e consumidores.

A globalização fez com que as empresas passassem a pensar e realizar sua estratégia de produção de maneira global. Assim, as organizações possuem o objetivo de reduzir seus estoques e competir com seus concorrentes, o que as leva a concentrarem os seus esforços nas atividades críticas centrais com implementação de mudanças na busca da redução de custos. Dessa forma, a terceirização logística cresceu para as outras atividades do processo logístico.

De acordo com o *site* do ILOS (www.ilos.com.br), diversas organizações brasileiras buscam a redução dos custos e uma maior eficiência operacional pela terceirização, tendo um nível de 90% de terceirização no transporte de distribuição de empresas. Além disso, a expectativa para os próximos anos é de que 40% das empresas tenham parte de suas atividades terceirizada.

Segundo Novaes (2007), os prestadores de serviços logísticos (PSL) surgiram pela demanda de agentes econômicos para redefinir ou ampliar parte dos negócios logísticos da organização. Surgiram também novos PSL, oferecendo serviços baseados na utilização da informação e comunicação e na administração dos serviços. Os prestadores de serviços logísticos começaram a se modernizar. Uma empresa brasileira que era transportadora rodoviária de cargas, por exemplo, transformou-se em operador logístico, ou seja, passou a oferecer serviços logísticos mais amplos para atender à demanda das grandes indústrias, devido à globalização e chegada de operadoras estrangeiras ao País.

Os prestadores de serviços logísticos são aqueles que fornecem serviços para todo tipo de atividade logística, desde o transporte e a armazenagem até atividades mais complexas. Além disso, quando as atividades são conduzidas de forma integrada e coordenada, estas são realizadas pelos operadores logísticos e não mais por simples prestadores de serviços.

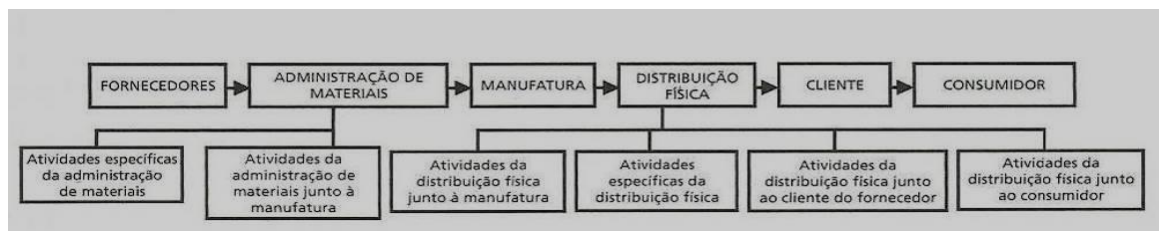
De acordo com Novaes (2007), o operador logístico é definido como a empresa que presta serviços logísticos com funções tratadas de maneira integrada, que pode englobar parte ou todo o processo logístico da organização cliente. Assim, o operador logístico é o responsável por parte do fluxo logístico, devendo garantir a continuidade deste, independente de quem realize o restante.

De acordo com a Associação Brasileira de Movimentação Logística – ABML (*apud* Novaes 2007), o conceito é o seguinte:

Operador logístico é o fornecedor de serviços logísticos especializado em gerenciar todas as atividades logísticas ou parte delas nas várias fases da cadeia de abastecimento de seus clientes, agregando valor ao produto dos mesmos, e que tenha competência para, no mínimo, prestar simultaneamente serviços nas três atividades consideradas básicas: controle de estoques, armazenagem e gestão de transportes.

As atividades logísticas são realizadas pelo operador logístico terceirizado ou pela própria organização cliente, segundo acordo preestabelecido. Essas atividades, susceptíveis de serem contratadas, são classificadas de acordo com o ordenamento da cadeia de suprimentos (NOVAES, 2007). São identificados dois grupos e seis subgrupos com atividades padrões a serem executadas. Vale ressaltar que nem todas as empresas terceirizadas realizam todas as atividades, pois cada empresa oferece determinadas atividades logísticas (Figura 3).

Figura 3: Classificação das atividades logísticas segundo a ABML



Fonte: adaptada de NOVAES, 2007.

Levando em conta as atividades logísticas necessárias para o transporte de encomendas, apresentadas pelas atividades da distribuição física (Figura 3), e o perfil dos prestadores de serviços, a natureza das atividades pode ser classificada como:

- Transporte – envolve as diferentes modalidades e seus respectivos serviços auxiliares, como: roteirização, geração de documentos, expedição de produtos e distribuição direta;

- Armazenagem – guarda os produtos, por exemplo: identificação de volumes e controle de estoques;
- Manipulação – está relacionada a todo tipo de tratamento com o produto, como uma preparação adequada de embalagem e de identificação do produto para depois ser transportado, como: embalagem do produto acabado, containerização, separação e montagem de kits;
- Serviços com enfoque informacional – são as atividades relacionadas à disponibilização de informação ao usuário como a administração de estoques ou o rastreamento de veículos, por exemplo: rastreamento de veículos, gestão de informações logísticas e medidas de desempenho.

De acordo com Oliveira (2007 *apud* Barbosa e Sousa, 2011), o transporte de carga fracionada exige do prestador de serviço uma estrutura de pessoas, triagem de cargas e veículos de coleta e entrega. As modalidades de transporte e as informações necessárias para realização da distribuição são as estratégias operacionais internas dos operadores logísticos.

Além disso, segundo Colin e Fabbe-Costes (1995, *apud* Novaes, 2007), para descrever o conjunto de atividades desempenhadas pelos operadores logísticos e para determinar as restrições que os produtos possuem, são determinados três critérios:

- Natureza das atividades – já caracterizada;
- Característica de circulação dos produtos – cada produto possui suas restrições específicas de tamanho, peso e temperatura, canais de distribuição e restrições de gestão como o prazo a ser entregue, valor do produto, rotatividade de estoque;
- Área geográfica servida – é a área em que é entregue determinado produto.

O processo de terceirização é também conhecido como *outsourcing* e pode apresentar riscos quando não possuir um planejamento adequado, nem o estabelecimento claro do que a empresa terceirizada deve realizar para garantir a continuidade e sucesso das atividades logísticas.

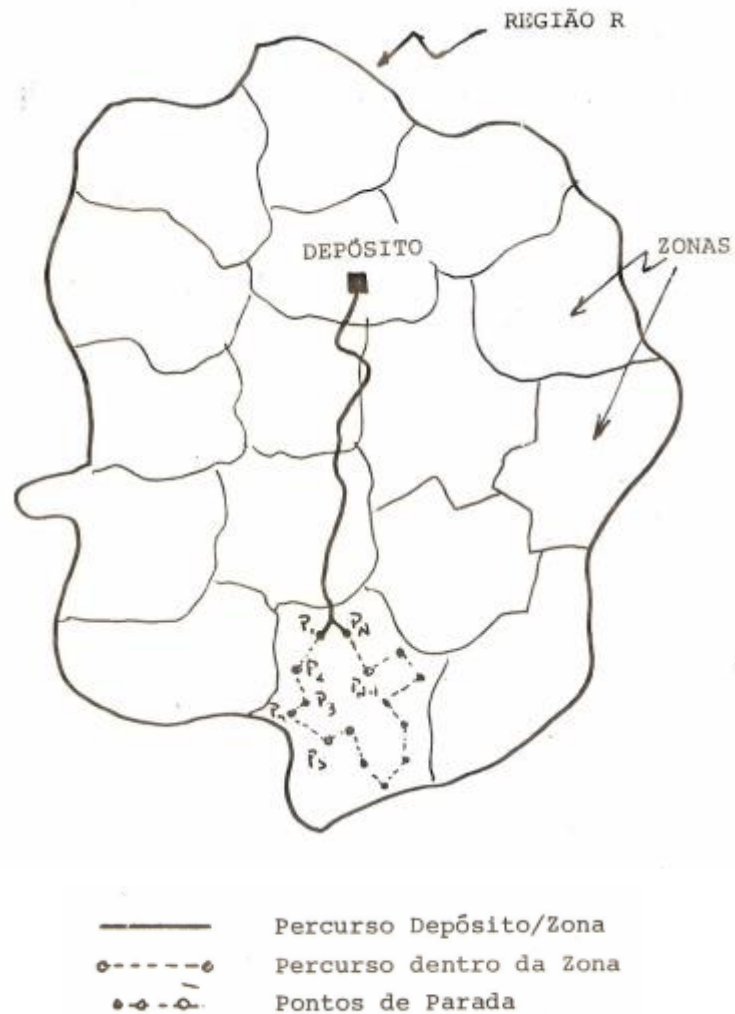
Por outro lado, de acordo com Brandes, Lilliecreutz e Brege (1997), existem razões para que as organizações queiram terceirizar parte de seus serviços logísticos por acreditarem que conseguirão obter melhorias ou se adequarão melhor às exigências do mercado.

Segundo Barbosa e Sousa (2011), o transporte de carga fracionada passou por uma reestruturação, obrigando as empresas de transportes de encomendas e cargas fracionadas a se adequarem às novas tecnologias e redução de custos, visando à melhoria contínua. Assim, essas empresas devem tomar cuidado com a qualidade na prestação de serviços de transportes de cargas fracionadas. No entanto, o que ocorre muitas vezes é relacionado aos procedimentos para transportes de cargas sob encomendas em que a empresa faz idas e voltas em uma mesma rota, realizando retrabalhos, o que aumenta os custos e o tempo de transporte. Por consequência, perdem na competitividade para as empresas transportadoras concorrentes, que acabam ganhando na agilidade e confiabilidade nas entregas das encomendas.

A movimentação de mercadorias em áreas urbanas gera problemas relacionados ao tráfego de cargas que está fora do que é possível planejar pelo transporte urbano, visto que são situações dependentes do dia e horário que o transporte ocorre. Assim, o conceito de *city logistics* está relacionado à necessidade de organização das entidades distribuidoras de produtos dentro do espaço urbano. Esse conceito é o processo para a otimização dos transportes de mercadorias por companhias, considerando o tráfego e consumo de combustível, ou seja, tendo como pensamento a responsabilidade pela movimentação. O *city logistics* está relacionado com a utilização de técnicas e métodos, como o de roteirização, que possuem como objetivo a redução do número total de viagens para transportes de cargas e a minimização de seus impactos negativos. (DUTRA, 2004).

De acordo com Novaes (1989), a logística já teve problemas maiores do que atualmente com a coleta e distribuição de cargas. Porém, existem as características básicas relacionadas aos problemas de coleta e distribuição, válidas até hoje, sendo: a necessidade de divisão da região geográfica em zonas, podendo ser alteradas de acordo com as demandas de distribuição. Para cada zona é determinada uma quantidade de veículos e para cada veículo é determinado um roteiro com os locais de parada e a sequência a ser percorrida; por fim, os roteiros escolhidos devem ser realizados dentro de um tempo pré-determinado. Além dessas características, Valente et al. (2003) complementam com a característica de que os veículos são despachados de um depósito, sendo esse o local de triagem em função das distribuições entre as zonas. A partir dessa ideia, a Figura 4 apresenta de maneira ilustrativa, o esquema de um sistema de coleta e distribuição de mercadorias.

Figura 4: Esquema Geral de um Sistema de Coleta/ Distribuição



Fonte: NOVAES (1989)

2.2 Roteirização

De acordo com Junior et al. (2012), a roteirização é o processo que determina um ou mais roteiros de paradas a serem seguidos de acordo com uma determinada frota de veículos. Além disso, o objetivo da roteirização é unir, na melhor sequência possível, um conjunto de pontos geograficamente dispersos que necessitam de paradas para atendimento ou distribuição. A roteirização busca também a eliminação de falhas nos serviços ou eventuais

desperdícios que podem provocar aumento nos custos de distribuição e provocar atrasos nas entregas.

Segundo Novaes (2007), um problema de roteirização de veículos é definido com relação a três fatores principais. O primeiro fator é o das decisões. Nesse fator está relacionado a alocação de um conjunto de clientes que devem ser atendidos com um conjunto de veículos e seus respectivos funcionários de acordo com uma determinada programação de roteiro e sequenciamento das entregas aos clientes. O segundo fator é o dos objetivos principais, que diz que a roteirização possui o objetivo de propiciar um serviço de alto nível e, por outro lado, tem o objetivo de manter os custos operacionais e de capital nos menores níveis possíveis. O terceiro fator diz respeito às restrições existentes na roteirização. Em outras palavras, deve-se realizar o roteiro cumprindo com os recursos disponíveis e as restrições exigidas que são os compromissos com os clientes. Esse último fator contempla também os limites de tempo estabelecidos pelas jornadas de trabalho e também as restrições de trânsito, que são horários para carga e descarga, tamanho máximo de veículos em determinadas vias de circulação e as velocidades máximas permitidas nas vias utilizadas.

Além disso, segundo Ballou (2011), o problema de programação da roteirização envolve determinar o número de veículos necessários para a realização, as capacidades dos veículos, os pontos de parada para coleta ou entrega do produto sob encomenda em cada roteiro de cada veículo e a sequência dos pontos de parada para coleta ou entrega. Para Ballou (2006), a importância do planejamento da roteirização está diretamente ligada aos custos da operação, já que podem representar cerca de dois terços dos custos totais das operações logísticas. Logo, deve-se otimizar o roteiro e aumentar a eficiência por meio da máxima utilização dos funcionários e recursos disponíveis. Além disso, Ballou (2006) explica que existem muitas variações entre os problemas de roteirização. Porém, é possível reduzi-los para alguns modelos básicos.

O primeiro modelo é quando existe um ponto de origem e um ponto de destino. Para esses problemas, o método do caminho mais curto pode ser o mais simples e direto para ser utilizado.

O segundo modelo é a distribuição para pontos múltiplos de origem e de destino. Esse modelo traz a necessidade de combinar os destinos com as origens, determinando o melhor

roteiro entre eles. Para problemas mais complexos desse tipo, a programação linear é a ferramenta mais indicada como solução ao modelo de transporte.

O terceiro modelo trata de fazer itinerários quando os pontos de origem e destino são coincidentes, ou seja, os mesmos. Esse modelo é uma extensão do segundo modelo, pois soluciona problemas de roteirização, porém, agora, com o objetivo de que o roteiro não é completo enquanto o veículo não tiver retornado ao seu ponto de partida. Assim, deve-se encontrar uma sequência ideal para a roteirização, minimizando a distância total e o tempo total gasto na viagem.

Segundo Novaes (2007), a roteirização foi separada em dois grandes grupos: com e sem restrições. As seguintes restrições são incluídas:

- As escalas podem ser coletas ou entregas de produtos.
- Diversos veículos, cada um com uma determinada capacidade máxima tanto de peso quanto de volume.
- Tempo máximo de tráfego em cada rota.
- Determinados períodos do dia para escala de entrega e coleta.
- Os motoristas possuem o direito de descanso ou refeição durante o dia.

Para a roteirização sem restrições, o problema a ser resolvido é a sequência de caminhos com um percurso em que não é necessário preocupar-se com as restrições de tempo e capacidade, ou seja, tais restrições já estariam resolvidas. O ponto negativo da roteirização sem restrições é observado quando o número de clientes aumenta, pois o tempo de processamento aumenta, dificultando a resolução. Para esse gênero de roteirização, o nome conhecido é “Problema do Caixeiro-Viajante- PCV”, sendo um exemplo resolvido com pontos necessários a se passar em uma determinada região, com o objetivo de minimizar o percurso total a partir da determinação de uma sequência de pontos (NOVAES, 2007). Existem métodos para a resolução da roteirização sem restrições, ou PCV. Estes são agrupados em duas principais categorias, sendo elas:

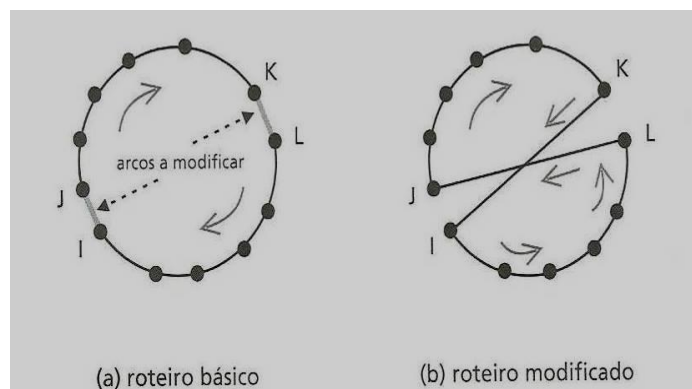
- Métodos de Construção do Roteiro - Para Novaes (2007), esses são os métodos que partem de um ou dois pontos iniciais e vão acrescentando os pontos adicionais.

A construção do roteiro pode dar-se por duas sistemáticas. A mais simples seria de unir o ponto sempre ao ponto que está mais próximo, tomando cuidado para passar por todos os pontos que fazem parte do roteiro. Esta sistemática é rápida e fornece uma solução. Porém, não é satisfatória e exige a aplicação posterior de um método de melhoria do roteiro. Já a segunda sistemática consiste em um método de inserção do ponto mais distante, ou seja, busca-se o ponto mais distante do ponto inicial. Dessa forma, seleciona-se o terceiro ponto, mais distante dos dois primeiros, e o quarto ponto, mais distante dos três anteriores, formando o roteiro parcial. A partir dele, os demais pontos vão sendo ligados, conforme a maior distância entre eles. Quando existem problemas com muitos pontos, o auxílio de computadores é necessário para sua resolução. Além das sistemáticas apresentadas, existem diversas outras que são menos utilizadas (NOVAES, 2007).

- Métodos de Melhoria do Roteiro – esses métodos melhoram a solução que já foi gerada com a utilização de outro método, ou seja, o aperfeiçoamento do resultado.

Segundo Novaes (2007), existem dois métodos de melhoria mais utilizados. O mais simples é o 2-opt que possui etapas de remoção de cada quatro pontos, que são dois arcos, alterando as ligações para verificar se o novo resultado é melhor com uma menor extensão, conforme Figura 5. O método termina quando todos os arcos já foram trocados e não existem mais possíveis modificações para se conseguir melhorias. Assim, o roteiro está concluído e otimizado.

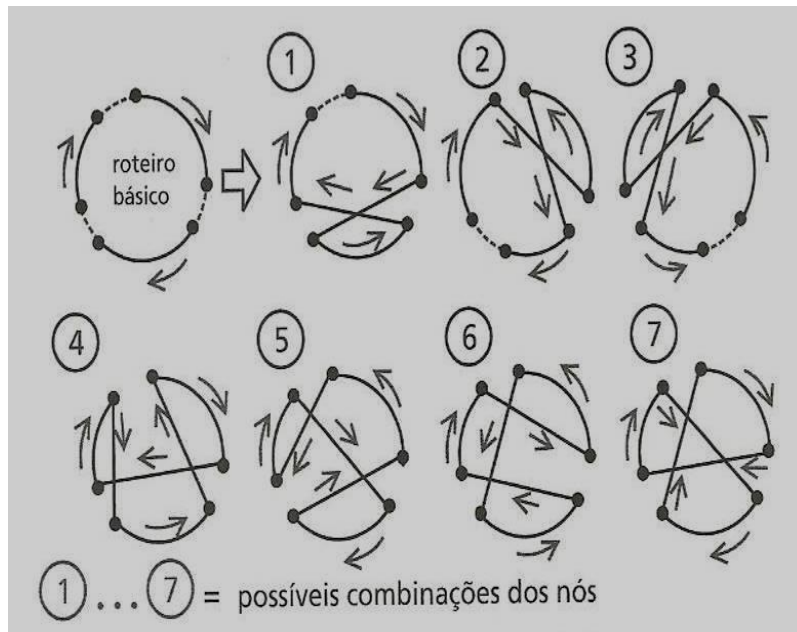
Figura 5: Dois pares de nós (I-J e K-L) rearranjados no método 2-opt, para solução do PCV



Fonte: NOVAES (2007)

O método 3-opt é o outro método mais utilizado, segundo Novaes (2007). A diferença entre este método e o anterior é que este utiliza três pares de arcos por vez, possibilitando uma maior combinação na configuração básica e fornecendo maior precisão nos resultados (Figura 6).

Figura 6: Possíveis recombinações de nós no método 3-opt



Fonte: NOVAES (2007)

Para a roteirização com restrições, de acordo com Novaes (2007), a resolução dos problemas de distribuição física de produtos possui restrições de tempo e capacidade do veículo a ser utilizado. Sendo dessa forma, é necessário realizar o planejamento da roteirização previamente, que ocorre simultaneamente com o processo de divisão da área que se deve passar para entrega ou coleta dos produtos. Esses métodos com restrição são agrupados da seguinte forma:

- Método de Varredura – este método é simples e utilizado em situações em que se tem pouco tempo para a resolução e quando as características do problema são alteradas rapidamente. Nessas condições, prefere-se obter soluções rápidas e

aceitáveis do que uma solução ótima que demore mais para ser resolvida, sendo incompatível com o tempo disponível para a necessidade real.

De acordo com Ballou (2006), a desvantagem do método da “varredura” é a maneira de formação dos roteiros. O método tem dois estágios: o primeiro consiste na atribuição das paradas a cada veículo e o segundo consiste no estabelecimento da sequência das paradas nos pontos. Porém, a desvantagem está na maneira com que o método trabalha as questões de tempo, não dando a importância adequada a ele.

- Método de Clarke e Wright – esse método, também conhecido como método das “economias”, permite utilizar várias restrições para a resolução de forma eficiente. O objetivo desse método, além de estabelecer roteiros ideais que respeitem as restrições de tempo e de capacidade, busca a distância mínima a ser percorrida pela frota. Por consequência, o número de funcionários e veículos alocados para realizar o roteiro definido também é reduzido (NOVAES, 2007).

Para Ballou (2006), o método das economias possui o objetivo de minimizar a distância total percorrida e minimizar o número de veículos necessários para atender a todos os pontos. Para isso, o método inicia-se com o cálculo da distância que um veículo fictício realizaria saindo do depósito, indo ao ponto de distribuição e voltando, dado que simboliza a distância máxima para o problema de roteirização.

Segundo Novaes (2007), o método de Clarke e Wright leva em consideração o conceito de ganho de distâncias. Esse método considera que o veículo sai do seu ponto de partida, entrega a carga para os clientes em diferentes localizações e volta para o ponto de partida. Se o veículo saísse somente para entregar o produto em um ponto, aumentariam os gastos com número excessivo de veículos e grandes distâncias percorridas. Assim, o primeiro passo é o cálculo do percurso L que o veículo faria se visitasse dois pontos, um em cada viagem, indo primeiro ao cliente i e depois ao cliente j . A distância total para realizar a operação é calculada pela equação 1:

$$L = 2 \times d_{D,i} + 2 \times d_{D,j} \quad (1)$$

Uma situação de melhoria proposta pelo método é de realizar um roteiro combinado entre esses dois clientes i e j , ou seja, uni-los em um só roteiro. Assim, o percurso L realizado pelo veículo seria:

$$L' = d_{D,i} + d_{i,j} + d_{D,j} \quad (2)$$

O conceito de ganho, para o método de Clarke e Wright, representa a economia de percurso adquirido pela integração dos clientes i e j em um mesmo roteiro. Assim, o ganho é dado pela equação 3:

$$g_{i,j} = L - L' = d_{D,i} + d_{D,j} - d_{i,j} \quad (3)$$

Para Alencar et al. (2015), as organizações buscam minimizar os custos logísticos e otimizar os tempos de entrega dos produtos, consolidando as atividades logísticas. Para isso, os métodos de roteirização continuam em análise, pesquisas e aplicação para a expansão dos métodos, visando à melhoria contínua em suas atividades logísticas e comprovando, assim, a importância da roteirização nas organizações. O Quadro 1, elaborado pela análise de alguns artigos publicados, apresenta alguns casos reais de sucesso da aplicação de métodos de roteirização em empresas de diferentes ramos, com seus problemas, método adotado e os resultados obtidos.

Quadro 1: Comparativo entre casos de sucesso pela aplicação de métodos de roteirização

| Empresa | Ramo | Problema | Método | Resolução |
|-------------------|----------------------------|---|-------------|---|
| Estado da Paraíba | Malha rodoviária paraibana | Descontrole das rotas realizadas na malha | Qualitativo | Segundo Junior et al. (2016), as distribuições das malhas e rotas foram demonstradas. A roteirização apresenta o funcionamento, rendimento e propor estratégias de desenvolvimento, garantindo eficiência e eficácia em cada modal existente. |

| Empresa | Ramo | Problema | Método | Resolução |
|---|---|---|---|---|
| Deli Shop: Fabricante de Sanduiche | Entrega no setor Alimen- tício | Elevados custos e tempo nas rotas | Clarke e Wright | Segundo Luna et al. (2015), foi comprovado a possibilidade de redução do número de veículos, 25% de redução nos custos e 15% no tempo de entrega. |
| Indústria de Artigos de Sono | Distri- buição de colchões e artigos de sono | Atividades logísticas não planejadas e desalinhadas com outros processos da indústria | Varredura | Segundo Alencar et al. (2015), teve como resultado a proposição de uma nova maneira de realizar as entregas, levando à redução nos trajetos, a otimização do tempo necessário e capacidade do caminhão para realizar o processo. |
| Produtor de biodiesel: Central Alfa | Coleta de óleo de fritura | Impacto do custo de coleta do óleo residual de fritura no custo de produção de biodiesel | Clarke e Wright | Segundo Guabiroba e D'agosto (2011), redução de quase 45% na distância percorrida, além da consequente redução do custo de operação. Porém, não foi possível manter o software. |
| Rede de Lojas de Materiais de Construção | Distri- buição Material de Construção | Rotas não otimizadas | Problema do Caixeiro Viajante – PCV | Segundo Reis et al. (2016), foi determinada a sequência de pontos ideais desconsiderando restrições. Ao final do ano, a solução implicaria em uma redução de quilometragem e uma economia em reais. |

| Empresa | Ramo | Problema | Método | Resolução |
|--------------------------------|--|--|-------------------------------------|--|
| Distribuidora de alimentos | Distribuição no setor alimentício, com enfoque nas bebidas | Gastos elevados com a frota de veículos | Clarke e Wright | De acordo com Bremenkamp et al. (2016), houve a redução de um veículo para a realização das rotas, diminuição nos custos de utilização e manutenção da frota e utilização de 39,4% do tempo limite disponível. Foi sugerido que o mesmo veículo realize mais de uma rota para evitar a ociosidade dos colaboradores no tempo restante. |
| Empresa não identificada | Grafos não clusterizados | Comparação de métodos de construção e melhoria do roteiro em diferentes grafos não clusterizados | Problema do Caixeiro Viajante – PCV | Segundo Nascimento et al. (2004), a melhor heurística de construção e melhoramento de rotas é determinada de acordo com cada tipo de problema, dependendo do tamanho do grafo. Verificou-se também que a heurística de melhoria de rota modificou significativamente a heurística de construção. |
| Empresa prestadora de serviços | Atendimento aos clientes | Não estabelecimento dos melhores dias de visitas para cada ponto de atendimento | Clarke e Wright | Foram realizadas diferentes variantes, cada uma com diferentes restrições. De acordo com Wu e Cunha (2008), o melhor resultado muda dependendo do que é o fator de decisão, podendo ser as menores distâncias, menor custo total, diminuição do número de veículos. É um <i>trade-off</i> que deve ser estudado de acordo com a característica de cada problema. |

| Empresa | Ramo | Problema | Método | Resolução |
|--|---|---|---|---|
| Microem- presa produtora e comerciali- zadora de hortaliças | Distri- buidora de hortali- ças | Custos com transporte elevados | Problema do Caixeiro Viajante – PCV | De acordo com Silva et al. (2016), diminuição de 3,7% do caminho percorrido e 1,3% em rota de recolhimento. A limitação foi a não possibilidade de união entre a rota de abastecimento e a de recolhimento, que seria o adequado para obtenção de uma roteirização ótima. Verificaram a necessidade da utilização do método de roteirização de transportes para diminuição de custos e otimização dos processos. |
| Centro de distribui- ção em Belo Horizonte | Distribui- ção de produtos siderúr- gicos | Distância total diária percorrida e custo das rotas não eram calculados | Software de roteiriza- ção compara- do com método da varredura | Segundo Conceição et al. (2004), calcularam a distância e custos reais e depois utilizaram um software de roteirização. Como resultados, economia média de 42% na distância percorrida e economia média de 25% nos custos totais. Relatarem dificuldades de implementação do software e garantiram que o método da varredura obtém resultados apenas 10% inferiores aos obtidos. |
| Empresa de cosméticos | Distribui- ção de produtos de beleza | Rotas eram realizadas de forma aleatória sem planejamento | Problema do caixeiro viajante utilizando software | De acordo com Pereira et al. (2015), redução de 30,56% nas distâncias percorridas. Essa redução diminui os custos envolvidos com transporte. |

| Empresa | Ramo | Problema | Método | Resolução |
|---|---|---|--|---|
| Empresa de distribuição de energia elétrica | Entregas de faturas de grandes consumidores de energia elétrica | Funcionários designados a entregas a faziam de forma aleatória, sem análise do resultado financeiro | Problema do caixeiro viajante para elaboração de método matemático | Segundo Medeiros et al. (2016), houve a eficiência em custos logísticos por consequência do projeto de roteirização para o processo de entrega de faturas. Fato mensurado por indicadores de desempenho que indicou redução de 81% no custo total da atividade. |
| Correios e Telégrafos da Diretoria Regional do Rio de Janeiro | Sistema de coleta dos correios | Possuem diversas atividades interligadas formando uma complexa e grande cadeia logística, onde um erro pode ser vital para o funcionamento como um todo | Clarke e Wright | Foi observado que os dados necessitam representar melhor a realidade. Além disso, segundo Ribeiro et al. (2001), com a otimização das rotas será possível reduzir custos de transporte e melhorar na qualidade do serviço prestados. |

| Empresa | Ramo | Problema | Método | Resolução |
|-------------------|---|--|---------------------------------|--|
| Empresa de ônibus | Prestação de serviços de frete-mento contínuo | Roteiros não otimizados com custos operacionais elevados | Clarke e Wright por um software | De acordo com Melo et al. (2015), para melhorar o procedimento, eles indicam a utilização do método exato e dos endereços específicos de cada parada. Apesar disso, eles levantaram aspectos importantes como o não uso de toda a capacidade de recursos e a possibilidade de redução das distâncias percorridas. O estudo provou que a roteirização é uma ferramenta coerente para reduzir custos operacionais mediante a redução dos deslocamentos dos veículos. |

Fonte: Autor

Após uma análise do sistema logístico interno e externo das atividades de funcionários dos Correios em Parnamirim- Rio Grande do Norte, Silva et al. (2010) constataram que os principais problemas estão relacionados com a parte externa de coleta, por não existir um estudo de roteirização, que acarreta no fato de os funcionários realizarem suas atividades da forma que acreditam ser a mais otimizada. Este estudo pode diminuir o tempo nas entregas e até mesmo o esforço realizado pelos funcionários, devido à diminuição do tempo de trabalho designado às entregas. Consequentemente, além do trabalho habitual, estes mesmos funcionários poderiam realizar atividades internas na empresa ou ter um intervalo maior para o almoço, caso desejassem.

A análise descrita por Silva et al. (2010) mostra a importância de se aplicar um método de roteirização. Já os resultados descritos no Quadro 1, de maneira geral, apresentaram a importância em obter valores de redução de distâncias, tempos e custos logísticos para que a

empresa possa verificar a forma que estava sendo realizada e como ela pode garantir economias pela aplicação de um método de roteirização.

3. MÉTODO DE ROTEIRIZAÇÃO PROPOSTO

Este capítulo contém a escolha do método de roteirização para aplicação nos dados reais obtidos.

Como visto no capítulo anterior, existem diversos métodos para a resolução de problemas de roteamento de veículos (PRV). Dessa forma, o método mais apropriado é determinado de acordo com a complexidade do problema estudado.

O problema tratado neste trabalho é de transporte de encomendas de um centro de distribuição para muitos clientes, tendo como suas principais características:

- Os roteiros iniciam e terminam no centro de distribuição determinado;
- Cada produto possui suas características específicas;
- Cada cliente possui o seu produto, não podendo distribuir o produto de um cliente para outro;
- Cada cliente deve estar somente uma vez na rota;
- O produto de cada cliente não excede a capacidade do veículo;
- O veículo pode passar por vários clientes na mesma viagem;
- O tempo total do roteiro diário deve ser igual ou inferior ao tempo de jornada de trabalho do motorista do veículo;
- Não há horário estabelecido para as distribuições.

Devido à complexidade das características apresentadas do problema de roteirização estudado, o método apropriado é o método das economias ou de Clarke e Wright, bastante utilizado para a resolução com características complexas.

3.1 Heurística de Clarke e Wright

O método de Clarke e Wright permite a obtenção de soluções precisas e eficazes com diversas paradas e restrições. Segundo Novaes (2007), a partir da fórmula de ganho são descritas as etapas para a resolução da roteirização pelo método de Clarke e Wright:

- *Etapla 1:* todos os pontos (localizações dos clientes) do problema são combinados dois a dois e calcula-se o ganho deles.
- *Etapla 2:* os ganhos são ordenados do maior para o menor.
- *Etapla 3:* os pontos começam a se unir de acordo com a ordem, começando pelo maior ganho. Em outras palavras, nesta etapa ocorre a seleção do par de clientes com maior ganho.
- *Etapla 4:* Para cada novo ganho, verificar se um dos dois pontos já faz parte de um roteiro iniciado. Se os dois pontos ainda não foram incluídos em nenhum roteiro, criar um novo roteiro. Se um ponto já pertence a um roteiro, verificar se ele é o primeiro ou o último do roteiro, para acrescentar um novo ponto. Se os dois pontos estão em roteiros diferentes, verificar a possibilidade de unir os roteiros.
- *Etapla 5:* Para cada inserção de ponto em um roteiro, verificar se é possível realizar o acréscimo, obedecendo aos limites das restrições de tempo e de capacidade estipuladas.
- *Etapla 6:* O processo é finalizado quando todos os pontos forem inseridos em roteiros. Assim, são obtidos os resultados gerais de quantidade de roteiros formados, de composição de roteiros e sequência de entregas ou coletas, de quilometragem total diária da frota, podendo calcular o custo médio por cliente visitado.

3.2 Aplicação do Método de Clarke e Wright

Para realizar a aplicação do método de roteirização selecionado, foram coletados dados da empresa referentes a uma semana de entregas de encomendas, além de levantar as restrições operacionais do problema. No Quadro 2, estão representadas as restrições do problema e, no Quadro 3, estão as especificações.

Quadro 2: Restrições do Problema

| Restrições | | |
|------------|------------|-------|
| Capacidade | Volume | Tempo |
| 400 kg | 690 litros | 5h/d |

Fonte: Autor

Quadro 3: Especificações do Problema

| Especificações | | | |
|------------------------|-------------------|-------------------|---------------|
| Centro de distribuição | Veículo utilizado | Tempo de trabalho | |
| SHIS EQL 6/8 | Uno vivace - Fiat | 5 h/d rotas | 1 h/d empresa |

Fonte: Autor

Nas restrições do problema, descritas no Quadro 2, estão: a capacidade do veículo utilizado em quilogramas (Kg), a capacidade de carga do veículo expressa em volume (litros) e a jornada de trabalho do motorista (horas de trabalho por dia).

Já nas especificações do problema, descritas no Quadro 3, estão: a localização do centro de distribuição, o modelo do veículo utilizado pela empresa e o tempo de trabalho do motorista, que é de seis horas por dia, sendo cinco horas na distribuição e uma hora com atividades internas. Porém, segundo a empresa, o ideal é que o tempo gasto com a logística externa de distribuição seja reduzido, para que haja mais tempo para a logística interna.

Depois de levantadas as especificações e restrições, as informações necessárias para o estudo de roteirização foram coletadas no período de uma semana. No Quadro 4, foram compiladas e apresentadas as informações coletadas referentes ao primeiro dia.

Quadro 4: Exemplo de Informações de Um Dia de Distribuição

| Roteiro Real - Dia 1 | | | | | | | | | | |
|----------------------|------------|----------------------|-----------|-----------------------|------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|------------------------|
| Ordem | Data | Quantidade (unidade) | Peso (kg) | Medidas - HxCxL (cm³) | Medidas (litros) | Endereço para Entrega | Distância Percorrida (km) | Tempo de Deslocamento (h) | Tempo de Descarga (h) | Velocidade Real (km/h) |
| | 17/08/2016 | | | | | SHIS EQL 6/8 | | | | |
| 1 | 17/08/2016 | 1 | 3,40 | 3276 | 3,28 | SHIS QI 09 | 2 | 0,10 | 0,03 | 20,00 |
| 2 | 17/08/2016 | 1 | 29,00 | 52488 | 52,49 | SHIS QI 17 | 4 | 0,18 | 0,07 | 21,82 |
| 3 | 17/08/2016 | 1 | 4,20 | 8201 | 8,20 | SES quadra 801 | 6 | 0,13 | 0,33 | 45,00 |
| 4 | 17/08/2016 | 1 | 9,90 | 52488 | 52,49 | SQN 202 | 10 | 0,37 | 0,10 | 27,27 |
| 5 | 17/08/2016 | 1 | 6,40 | 26244 | 26,24 | SHIS QL 06 | 25 | 0,67 | 0,08 | 37,50 |
| 6 | 17/08/2016 | 1 | 1,20 | 2187 | 2,19 | SHIS QL 08 | 3 | 0,10 | 0,08 | 30,00 |
| 7 | 17/08/2016 | 1 | 26,80 | 52488 | 52,49 | SHIS QL 10 | 3 | 0,10 | 0,08 | 30,00 |
| 8 | 17/08/2016 | 1 | 3,00 | 4032 | 4,03 | SHIS QI 03 | 6 | 0,20 | 0,12 | 30,00 |
| 9 | 17/08/2016 | 1 | 13,70 | 4374 | 4,37 | SHIS QI 07 | 8 | 0,20 | 0,08 | 40,00 |
| 10 | 17/08/2016 | 1 | 11,80 | 8201 | 8,20 | SHIS QI 05 | 3 | 0,13 | 0,10 | 22,50 |
| 11 | 17/08/2016 | 1 | 0,60 | 2187 | 2,19 | SHIS QL 12 | 6 | 0,20 | 0,17 | 30,00 |
| 12 | 17/08/2016 | 1 | 8,20 | 26244 | 26,24 | SHIS QL 06 | 5 | 0,17 | 0,08 | 30,00 |
| 13 | 17/08/2016 | 1 | 9,00 | 52488 | 52,49 | SHIS QL 06 | 1 | 0,05 | 0,10 | 20,00 |
| 14 | 17/08/2016 | 1 | 6,60 | 26244 | 26,24 | SHIS QI 11 | 5 | 0,18 | 0,13 | 27,27 |
| 15 | 17/08/2016 | 1 | 22,20 | 26244 | 26,24 | SHIS QI 17 | 4 | 0,18 | 0,08 | 21,82 |
| 16 | 17/08/2016 | 1 | 8,80 | 26244 | 26,24 | SQS 310 | 10 | 0,33 | 0,08 | 30,00 |
| 17 | 17/08/2016 | 1 | 1,60 | 4032 | 4,03 | SQS 316 | 5 | 0,17 | 0,08 | 30,00 |
| 18 | 17/08/2016 | 1 | 17,90 | 52488 | 52,49 | SQS 205 | 6 | 0,20 | 0,08 | 30,00 |
| | 17/08/2016 | | | | | SHIS EQL 6/8 | 8 | 0,20 | | 40,00 |
| Somas | | | 184,30 | | 430,15 | | 120 | 3,87 | 1,90 | |
| Total | | | | | | | | 5,77 | | 29,64 |

Fonte: Autor

Para cada dia pode-se elaborar um quadro conforme o modelo especificado acima. Para o preenchimento de todos os quadros, as informações compiladas foram coletadas por meio de entrevistas com o motorista e por informações disponibilizadas pela empresa.

Os campos do quadro possuem suas respectivas justificativas para a necessidade de preenchimento. O peso de cada encomenda foi disponibilizado por estar relacionado com a capacidade que o veículo permite transportar. As medidas foram calculadas pela multiplicação das dimensões de altura, comprimento e largura, encontrando o volume que comporá a restrição do volume em litros do veículo.

Os endereços para entrega estão simplificados por questões de sigilo da empresa, porém na aplicação do método foram utilizados os endereços exatos. A ordem dos endereços demonstra a disposição do roteiro que o motorista realizou neste dia, ou seja, a ordem um,

dois e três significa que o motorista foi aos endereços um, depois dois e depois três, e assim por diante.

A distância percorrida, o tempo em horas de deslocamento e o tempo em horas de descarga foram informações coletadas pelo motorista, durante o seu dia de trabalho. A velocidade média foi calculada pela divisão do espaço (distância percorrida) pelo tempo (de deslocamento). Para finalizar o Quadro 4, foram calculados o peso, a medida, a distância percorrida e os tempos de deslocamento e de descarga totais.

Cada cliente possui o seu número pela ordem apresentada no Quadro 4. Com os clientes deste dia, o primeiro passo consiste em calcular a Matriz das Distâncias. Esta Matriz relaciona todos os possíveis pares de clientes. No Quadro 5, são apresentadas as distâncias entre a origem e todos os pontos da rede de entregas e também a distância entre todos os pontos da rede. Para a elaboração do quadro abaixo, considerou-se a distância mais curta dos caminhos sugeridos pelo Google Maps.

Quadro 5: Matriz das Distâncias entre os Pontos de Distribuição do Dia 1

| Distâncias - 17/08/2016 (Dia 1) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|-----|------|------|------|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 0 | x | 2,5 | 5,2 | 6,5 | 9,3 | 1,4 | 1,3 | 2,6 | 3,3 | 1,4 | 2,3 | 5,4 | 1,4 | 0,9 | 4,3 | 5,8 | 5,1 | 6,5 | 4,9 |
| 1 | | x | 4,7 | 5,8 | 9,2 | 3,2 | 1,9 | 0,55 | 5,2 | 0,95 | 4 | 3,3 | 3,2 | 2,6 | 2,1 | 5,3 | 6,8 | 8,2 | 6,7 |
| 2 | | | x | 9 | 12,4 | 6,3 | 5,1 | 5,2 | 7,1 | 4,7 | 5,9 | 5,4 | 6,3 | 5,8 | 6,7 | 1,3 | 11,9 | 14,7 | 9,9 |
| 3 | | | | x | 4,7 | 7,4 | 6,9 | 5,5 | 9,5 | 6,5 | 8,3 | 5,6 | 7,4 | 6,8 | 4,4 | 9,9 | 6,1 | 9,6 | 3,6 |
| 4 | | | | | x | 10,7 | 10,3 | 9 | 12,8 | 10 | 11,6 | 9,5 | 10,7 | 10,2 | 7,9 | 13,3 | 7,1 | 9,2 | 6 |
| 5 | | | | | | x | 1,9 | 4,1 | 2,1 | 2,5 | 1,1 | 6,5 | 0 | 1,5 | 4,9 | 6,4 | 6,8 | 8,1 | 6,7 |
| 6 | | | | | | | x | 3,5 | 3,3 | 2 | 2,4 | 5,5 | 1,5 | 0,9 | 4,3 | 5,9 | 5,2 | 6,6 | 5 |
| 7 | | | | | | | | x | 5,1 | 1,3 | 3,9 | 3,2 | 3 | 2,5 | 2,1 | 6,1 | 6,7 | 8,1 | 6,6 |
| 8 | | | | | | | | | x | 4,1 | 1,4 | 7,6 | 2 | 2,9 | 6,4 | 7 | 8,4 | 7,8 | 8,3 |
| 9 | | | | | | | | | | x | 3,3 | 3,9 | 2,5 | 1,9 | 2,7 | 5,6 | 6,2 | 7,6 | 6,1 |
| 10 | | | | | | | | | | | x | 6,3 | 1,6 | 2,5 | 5 | 5,8 | 7,1 | 8,6 | 7 |
| 11 | | | | | | | | | | | | x | 5,5 | 4,9 | 2,4 | 6,2 | 7,7 | 10,5 | 5,7 |
| 12 | | | | | | | | | | | | | x | | 0,8 | 4,9 | 6,4 | 6,8 | 8,1 |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | x | | 4,5 | 5,8 | 6,2 | 7,6 |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | x | | 5,6 | 7,4 | 10,1 |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | x | | 12,5 | 15,3 |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | 3,3 |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | x |

Fonte: Autor

Os dados da Matriz de Distância são utilizados na equação 3, já demonstrada neste trabalho, para calcular os ganhos que comporão a Matriz de Ganhos, conforme Quadro 6.

Quadro 6: Matriz dos Ganhos

| Ganhos - Dia 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|---|-----|-----|------|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1 | 3 | 3,2 | 2,6 | 0,7 | 1,9 | 4,55 | 0,6 | 2,95 | 0,8 | 4,6 | 0,7 | 0,8 | 4,7 | 3 | 0,8 | 0,8 | 0,7 |
| 2 | x | | 2,7 | 2,1 | 0,3 | 1,4 | 2,6 | 1,4 | 1,9 | 1,6 | 5,2 | 0,3 | 0,3 | 2,8 | 9,7 | -1,6 | -3 |
| 3 | | x | | 11,1 | 0,5 | 0,9 | 3,6 | 0,3 | 1,4 | 0,5 | 6,3 | 0,5 | 0,6 | 6,4 | 2,4 | 5,5 | 3,4 |
| 4 | | | x | | 0 | 0,3 | 2,9 | -0,2 | 0,7 | 0 | 5,2 | 0 | 0 | 5,7 | 1,8 | 7,3 | 6,6 |
| 5 | | | | x | | 0,8 | -0,1 | 2,6 | 0,3 | 2,6 | 0,3 | 2,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | -0,3 | -0,2 |
| 6 | | | | | x | | 0,4 | 1,3 | 0,7 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,3 | 1,3 | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| 7 | | | | | | x | | 0,8 | 2,7 | 1 | 4,8 | 1 | 1 | 4,8 | 2,3 | 1 | 0,9 |
| 8 | | | | | | | x | | 0,6 | 4,2 | 1,1 | 2,7 | 1,3 | 1,2 | 2,1 | 0 | -0,1 |
| 9 | | | | | | | | x | | 0,4 | 2,9 | 0,3 | 0,4 | 3 | 1,6 | 0,3 | 0,2 |
| 10 | | | | | | | | | x | | 1,4 | 2,1 | 0,7 | 1,6 | 2,3 | 0,3 | 0,2 |
| 11 | | | | | | | | | | x | | 1,3 | 1,4 | 7,3 | 5 | 2,8 | 1,4 |
| 12 | | | | | | | | | | | x | | 1,5 | 0,8 | 0,8 | -0,3 | -0,4 |
| 13 | | | | | | | | | | | | x | | 0,7 | 0,9 | -0,2 | -0,2 |
| 14 | | | | | | | | | | | | | x | | 4,5 | 2 | 0,7 |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | x | | -1,6 | -3 |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | x | | 8,3 |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | x | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | x |

Fonte: Autor

Os ganhos do Quadro 6 foram dispostos na ordem decrescente para que os maiores ganhos sejam acrescentados primeiro, de acordo com o que preconiza o método de Clarke e Wright. Assim, os ganhos hierarquizados do dia 1 estão representados no Quadro 7.

Quadro 7: Ganhos Hierarquizados do Dia 1

| S | Valor | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|--------|------|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|------|--|--|
| s3,4 | 11,1 | s1,14 | 4,7 | s7,9 | 2,7 | s9,15 | 1,6 | s6,15 | 1,2 | s5,14 | 0,8 | s9,10 | 0,4 | s4,10 | 0 | | |
| s2,15 | 9,7 | s1,11 | 4,6 | s2,3 | 2,7 | s10,14 | 1,6 | s6,16 | 1,2 | s5,15 | 0,8 | s9,13 | 0,4 | s4,12 | 0 | | |
| s16,17 | 8,3 | s11,18 | 4,6 | s8,12 | 2,7 | s12,13 | 1,5 | s8,14 | 1,2 | s12,14 | 0,8 | s2,13 | 0,3 | s4,13 | 0 | | |
| s4,18 | 8,2 | s1,7 | 4,55 | s1,4 | 2,6 | s2,6 | 1,4 | s8,11 | 1,1 | s12,15 | 0,8 | s3,8 | 0,3 | s8,16 | 0 | | |
| s3,18 | 7,8 | s14,15 | 4,5 | s2,7 | 2,6 | s2,8 | 1,4 | s7,10 | 1 | s4,9 | 0,7 | s4,6 | 0,3 | s5,7 | -0,1 | | |
| s4,16 | 7,3 | s8,10 | 4,2 | s5,10 | 2,6 | s3,9 | 1,4 | s7,12 | 1 | s14,17 | 0,7 | s5,11 | 0,3 | s8,18 | -0,1 | | |
| s11,14 | 7,3 | s14,18 | 3,9 | s5,8 | 2,6 | s10,11 | 1,4 | s7,13 | 1 | s1,18 | 0,7 | s9,17 | 0,3 | s4,8 | -0,2 | | |
| s16,18 | 6,8 | s3,7 | 3,6 | s3,15 | 2,4 | s11,13 | 1,4 | s7,17 | 1 | s6,9 | 0,7 | s2,5 | 0,3 | s5,17 | -0,2 | | |
| s4,17 | 6,6 | s3,17 | 3,4 | s7,15 | 2,3 | s11,17 | 1,4 | s7,16 | 1 | s13,14 | 0,7 | s2,12 | 0,3 | s12,17 | -0,2 | | |
| s3,14 | 6,4 | s1,3 | 3,2 | s10,15 | 2,3 | s11,12 | 1,3 | s7,18 | 0,9 | s1,5 | 0,7 | s5,9 | 0,3 | s13,17 | -0,2 | | |
| s3,11 | 6,3 | s1,15 | 3 | s2,4 | 2,1 | s6,13 | 1,3 | s13,15 | 0,9 | s1,12 | 0,7 | s9,12 | 0,3 | s13,18 | -0,2 | | |
| s17,18 | 6 | s1,2 | 3 | s8,15 | 2,1 | s8,13 | 1,3 | s3,6 | 0,9 | s10,13 | 0,7 | s9,16 | 0,3 | s13,16 | -0,2 | | |
| s4,14 | 5,7 | s9,14 | 3 | s10,12 | 2,1 | s6,8 | 1,3 | s1,17 | 0,8 | s3,13 | 0,6 | s10,16 | 0,3 | s5,16 | -0,3 | | |
| s3,16 | 5,5 | s1,9 | 2,95 | s8,17 | 2 | s6,14 | 1,3 | s7,8 | 0,8 | s1,8 | 0,6 | s2,18 | 0,2 | s12,16 | -0,3 | | |
| s2,11 | 5,2 | s9,11 | 2,9 | s14,16 | 2 | s6,11 | 1,2 | s5,6 | 0,8 | s8,9 | 0,6 | s9,18 | 0,2 | s5,18 | -0,4 | | |
| s4,11 | 5,2 | s4,7 | 2,9 | s1,6 | 1,9 | s6,12 | 1,2 | s1,10 | 0,8 | s3,5 | 0,5 | s10,17 | 0,2 | s12,18 | -0,4 | | |
| s11,15 | 5 | s2,14 | 2,8 | s2,9 | 1,9 | s6,17 | 1,2 | s1,13 | 0,8 | s3,10 | 0,5 | s10,18 | 0,2 | s2,16 | -1,6 | | |
| s7,14 | 4,8 | s5,12 | 2,8 | s4,15 | 1,8 | s6,18 | 1,2 | s1,16 | 0,8 | s3,12 | 0,5 | s15,18 | 0,2 | s15,16 | -1,6 | | |
| s7,11 | 4,8 | s11,16 | 2,8 | s2,10 | 1,6 | s6,10 | 1,2 | s5,13 | 0,8 | s6,7 | 0,4 | s4,5 | 0 | s2,17 | -3 | | |
| | | | | | | | | | | | | | | s15,17 | -3 | | |

Fonte: Autor

O maior ganho, na maioria das vezes, é aquele que os dois pontos estão distantes do centro de distribuição e próximos entre si. Assim, a medida que os pontos vão sendo acrescentados no roteiro, eles vão se aproximando do centro de distribuição.

O ganho “s3,4” foi o maior valor de ganho para este dia. Isso significa que o valor de 11,1 é o ganho de distâncias ao se incorporar no roteiro a ligação do ponto 3 com o ponto 4, numa mesma viagem, em vez de atender cada um deles em viagens individuais. E, como pode ser verificado no Quadro 4, em que cada endereço possui um número de ordem, o maior ganho do dia 1 foi do endereço “SES quadra 801” (ordem 3) até o “SQN 202” (ordem 4). Dessa forma, como representado no Quadro 8, o primeiro roteiro é iniciado por eles.

Quadro 8: Início do Roteiro 1

| Roteiro 1 | 0-3-4-0 |
|------------------------------|----------------|
| Capacidade (kg) | 14,10 |
| Volume (l) | 60,69 |
| Distância Percorrida (km) | 22,80 |
| Tempo de Deslocamento (h) | 0,59 |
| Tempo Total (com t descarga) | 1,03 |
| Velocidade Média | 38,43 |

Fonte: Autor

Para que se construa um roteiro viável, é necessário que se verifiquem todas as restrições a cada acréscimo de ponto no roteiro. Dessa forma, em todos os passos de construção do roteiro pelo método de Clarke e Wright, as restrições são verificadas. A capacidade em quilogramas é verificada pela soma dos pesos dos produtos, e o volume em litros é verificado pela soma dos volumes. Para esses cálculos, são considerados os produtos que devem ser entregues nos pontos já inseridos no roteiro.

A distância percorrida em quilômetros e o tempo de deslocamento em horas são dados extraídos diretamente do Google Maps. Ou seja, no exemplo representado acima, verificou-se que para realizar o roteiro 0-3-4-0 são percorridos 22,80 km em 0,59 horas. O tempo total é a soma do tempo de deslocamento com os tempos de descarga dos pontos inseridos no roteiro,

sendo os tempos de descarga utilizados de acordo com o que foi informado pelo motorista no roteiro que ele realizou (real).

O próximo ponto a ser inserido no roteiro iniciado (Quadro 8) será aquele que estiver ligado a um dos pontos que já estão nos roteiros (3 ou 4) e que possuir o maior valor de ganho, verificado na hierarquia dos ganhos do Quadro 7. No caso, o próximo ganho da hierarquia que tenha 3 ou 4 é o ganho “s4,18”, com ganho de 8,2. Assim, o roteiro vai adicionando um ponto por vez, para que a rota seja aumentada, até atingir pelo menos uma de suas restrições: jornada de trabalho do motorista, capacidade ou volume do veículo.

O roteiro é finalizado quando alguma restrição está perto de seu limite ou quando todos os pontos já foram inseridos. Para explicitar o processo, o roteiro 1 do dia 1 foi concluído, e os resultados finais são apresentados no Quadro 9.

Quadro 9: Desenvolvimento do Roteiro 1 do Dia 1

| Roteiro 1 | 0-3-4-0 | 0-3-4-18-0 | 0-3-4-18-16-0 | | 0-9-7-1-15-2-11-14-3-4-18-16-17-8-10-5-12-13-6-0 |
|------------------------------|---------|------------|---------------|-----|--|
| Capacidade (kg) | 14,10 | 32,00 | 40,80 | ... | 184,30 |
| Volume (l) | 60,69 | 113,18 | 139,42 | | 430,15 |
| Distância Percorrida (km) | 22,80 | 24,00 | 27,20 | | 57,10 |
| Tempo de Deslocamento (h) | 0,59 | 0,68 | 0,82 | | 1,77 |
| Tempo Total (com t descarga) | 1,03 | 1,19 | 1,42 | | 3,67 |
| Velocidade Média | 38,43 | 35,47 | 33,31 | | 32,32 |

Fonte: Autor

Quando alguma restrição é atingida e nem todos os clientes foram inseridos no roteiro, os procedimentos descritos acima são aplicados para os demais clientes em um segundo roteiro. Da mesma maneira, isso é realizado para todos os outros dias de programação das operações de distribuição de encomendas.

4. ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo encontra-se a comparação entre o que foi realizado pela empresa e os resultados propostos. Além disso, será apresentado o cálculo dos respectivos custos de transporte para realizar a operação.

4.1 Rotas Ideais

Após a aplicação do método de Clarke e Wright, explicitada no capítulo 3, os resultados propostos das roteirizações de cada dia da semana foram obtidos. Os detalhes dos cálculos e composição de cada um dos roteiros podem ser encontrados no Apêndice 1.

Com isso, foi possível comparar os roteiros executados pelo motorista (roteiros reais em cada dia) com aqueles obtidos pela aplicação do método proposto neste trabalho (roteiros considerados ideais). Os Quadros 10 a 14 apresentam as comparações dos resultados em cada dia da semana.

Quadro 10: Quadro Comparativo do Dia 1

| COMPARAÇÃO DAS ROTAS - DIA 1 | | |
|------------------------------------|--|--|
| | REAL | IDEAL |
| ROTEIRO | 0-1-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12-13-14-15-16-17-18-0 | 0-9-7-1-15-2-11-14-3-4-18-16-17-8-10-5-12-13-6-0 |
| Capacidade (kg) | 184,30 | 184,30 |
| Volume (l) | 430,15 | 430,15 |
| Distância Percorrida (km) | 120,00 | 57,10 |
| Tempo de Deslocamento (h) | 3,87 | 1,77 |
| Tempo de Trabalho (com t descarga) | 5,77 | 3,67 |
| Velocidade Média (km/h) | 29,64 | 32,32 |

Fonte: Autor

No primeiro dia analisado, pode-se observar que dezoito clientes foram atendidos e que o início e o final da rota são o ponto zero (centro de distribuição). Cada ponto do dia possui uma numeração, que representa o endereço de cada cliente. Essa numeração está sequenciada de 1 a 18 no roteiro real, sendo esta a forma realizada pelo motorista. Já no roteiro ideal, a ordem dos clientes foi alterada conforme método utilizado.

A capacidade e o volume dos roteiros real e ideal são equivalentes, comprovando que todas as encomendas distribuídas no roteiro realizado poderiam ter sido distribuídas seguindo a sequência estabelecida pelo roteiro ideal.

A distância percorrida no roteiro real foi relatada pelo motorista como 120 quilômetros e no roteiro ideal foi calculada como sendo 57,10 quilômetros. A redução de 62,90 quilômetros em um dia de trabalho representa um percentual de melhoria de 52,42% do ganho.

No roteiro real, o tempo de deslocamento foi de 3,87 horas e no ideal de 1,77 horas, equivalendo a uma redução de 2,10 horas, o que significa a diminuição de 54,26% no tempo de deslocamento do dia analisado.

A jornada de trabalho do motorista foi de 5,77 horas no roteiro real e de 3,67 horas no ideal, equivalendo a uma redução de 2,10 horas, o que significa a diminuição de 36,40% na jornada de trabalho do dia analisado.

Observa-se que, tanto no tempo de deslocamento quanto na jornada de trabalho, a redução foi de 2,10 horas, porque o tempo de descarga de 1,90 horas foi acrescentado ao tempo de deslocamento nos roteiros real e ideal para constituir os valores apresentados da jornada de trabalho do motorista nas distribuições deste dia.

A velocidade média ideal aumentou em 9,04% em relação à velocidade média real, ou seja, enquanto a real foi de 29,64 km/h, a ideal aumentou para 32,32 km/h.

As comparações entre os roteiros real e ideal de cada dia da semana são apresentadas nos Quadros 11 ao 14. As análises destes devem ser similares às realizadas para o primeiro dia, detalhado acima.

Quadro 11: Quadro Comparativo do Dia 2

| COMPARAÇÃO DAS ROTAS - DIA 2 | | |
|------------------------------------|--|--|
| | REAL | IDEAL |
| ROTEIRO | 0-19-20-21-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32-33-34-35-0 | 0-33-34-35-20-32-22-30-27-24-28-25-26-23-29-31-21-19-0 |
| Capacidade (kg) | 184,50 | 184,50 |
| Volume (l) | 352,51 | 352,51 |
| Distância Percorrida (km) | 75,00 | 55,30 |
| Tempo de Deslocamento (h) | 2,75 | 1,83 |
| Tempo de Trabalho (com t descarga) | 5,03 | 4,11 |
| Velocidade Média (km/h) | 21,09 | 30,16 |

Fonte: Autor

Quadro 12: Quadro Comparativo do Dia 3

| COMPARAÇÃO DAS ROTAS - DIA 3 | | |
|------------------------------------|--|--|
| | REAL | IDEAL |
| ROTEIRO | 0-36-37-38-39-40-41-42-43-44-45-46-47-48-49-50-51-52-0 | 0-41-47-42-39-40-43-44-45-46-36-52-51-50-38-37-49-48-0 |
| Capacidade (kg) | 283,60 | 283,60 |
| Volume (l) | 396,04 | 396,04 |
| Distância Percorrida (km) | 82,00 | 62,50 |
| Tempo de Deslocamento (h) | 3,07 | 1,92 |
| Tempo de Trabalho (com t descarga) | 3,98 | 2,83 |
| Velocidade Média (km/h) | 28,36 | 32,61 |

Fonte: Autor

Quadro 13: Quadro Comparativo do Dia 4

| COMPARAÇÃO DAS ROTAS - DIA 4 | | | | |
|--|-----------------------------|--------------------|--------|---|
| | REAL | | IDEAL | |
| ROTEIROS | 0-53-54-55-56-57-58-59-60-0 | 0-61-62-63-64-65-0 | 0-60-0 | 0-65-53-62-57-58-56-55-63-54-64-61-59-0 |
| Capacidade (kg) | 153,80 | 101,60 | 28,70 | 226,70 |
| Capacidade Total (kg) | 255,40 | | 255,40 | |
| Volume (l) | 498,95 | 306,07 | 140,40 | 664,62 |
| Volume Total (l) | 805,02 | | 805,02 | |
| Distância Percorrida (km) | 58,00 | 29,00 | 5,80 | 48,90 |
| Distância Percorrida Total (km) | 87,00 | | 54,70 | |
| Tempo de Deslocamento (h) | 1,90 | 1,40 | 0,15 | 1,35 |
| Tempo de Deslocamento Total (h) | 3,30 | | 1,50 | |
| Tempo de Trabalho (com t descarga) | 2,97 | 1,78 | 0,25 | 2,70 |
| Tempo de Trabalho Total (com t descarga) | 4,75 | | 2,95 | |
| Velocidade Média (km/h) | 25,78 | 23,08 | 38,67 | 36,22 |
| Velocidade Média Total (km/h) | 24,70 | | 37,44 | |

Fonte: Autor

A soma do volume de todos os pontos do dia quatro extrapola a restrição do veículo. Assim, é necessário que haja mais de uma rota para distribuir todas as encomendas referentes a este dia.

A empresa relatou que os dias da semana que caem os dias quatro e cinco possuem mais movimento de clientes e entregas mais diversificadas do que os outros três dias. Assim, o tempo de trabalho é maior para as atividades externas do motorista e o tempo para planejamento das rotas e demais atividades internas da empresa é menor. Quando os dias possuem essas características, o motorista realiza dois roteiros, sem verificar se realmente é necessário.

No caso do quarto dia, apresentado no Quadro 13, a realização de dois roteiros realmente era necessária, visto que o volume total das encomendas excedia a restrição do veículo. Porém, com a aplicação do método, a sequência dos roteiros foi alterada, o que ocasionou a redução da distância percorrida, do tempo de deslocamento e do tempo de trabalho totais.

No caso do quinto dia, apresentado no Quadro 14, o motorista também fez dois roteiros devido às características do dia, mas não era necessário por não ultrapassar nenhuma restrição. Assim, com a aplicação do método de Clarke e Wright, o quinto dia poderia ser realizado somente com uma rota.

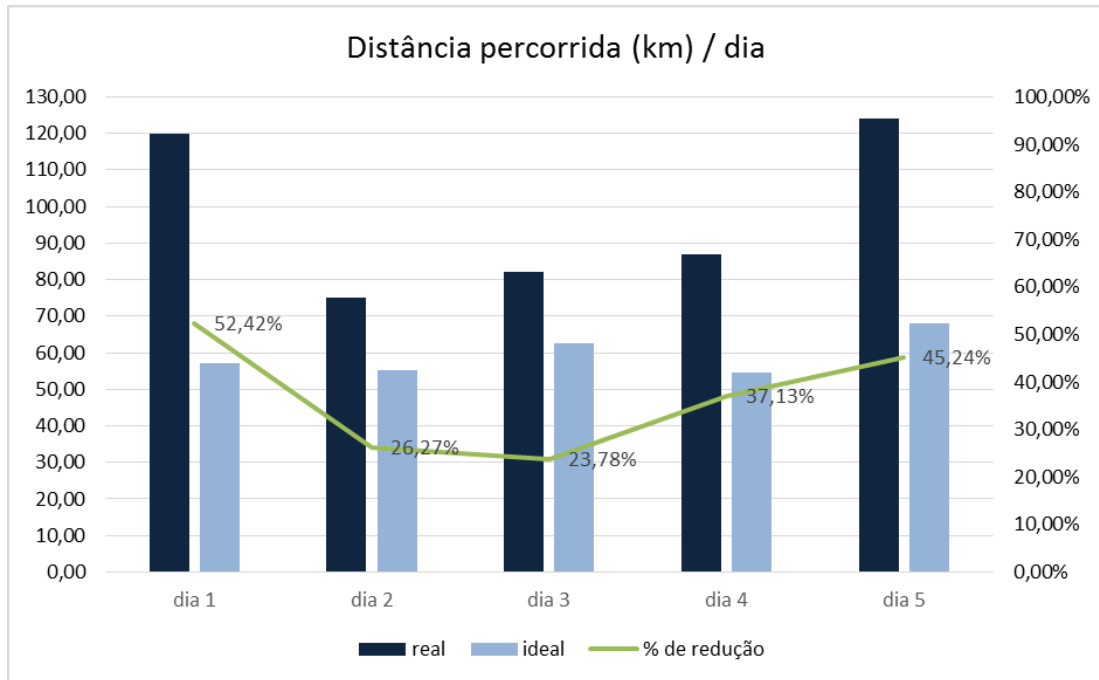
Quadro 14: Quadro Comparativo do Dia 5

| COMPARAÇÃO DAS ROTAS - DIA 5 | | | |
|--|--------------------------------|-----------------------------------|--|
| | REAL | | IDEAL |
| ROTEIROS | 0-66-67-68-69-70-71-72-73-74-0 | 0-75-76-77-78-79-80-81-82-83-84-0 | 0-74-73-69-70-71-72-84-83-68-75-66-79-80-67-82-81-78-76-77-0 |
| Capacidade (kg) | 152,60 | 85,10 | 237,70 |
| Capacidade Total (kg) | 237,70 | | |
| Volume (l) | 188,63 | 183,90 | 372,53 |
| Volume Total (l) | 372,53 | | |
| Distância Percorrida (km) | 59,00 | 65,00 | 67,90 |
| Distância Percorrida Total (km) | 124,00 | | |
| Tempo de Deslocamento (h) | 1,82 | 2,05 | 1,95 |
| Tempo de Deslocamento Total (h) | 3,87 | | |
| Tempo de Trabalho (com t descarga) | 3,25 | 3,48 | 4,82 |
| Tempo de Trabalho Total (com t descarga) | 6,74 | | |
| Velocidade Média (km/h) | 30,25 | 30,74 | 34,82 |
| Velocidade Média Total (km/h) | 30,50 | | |

Fonte: Autor

O Gráfico 1 apresenta o percentual de redução da distância percorrida a cada dia após a aplicação do método de Clarke e Wright.

Gráfico 1: Distância Percorrida por Dia da Semana



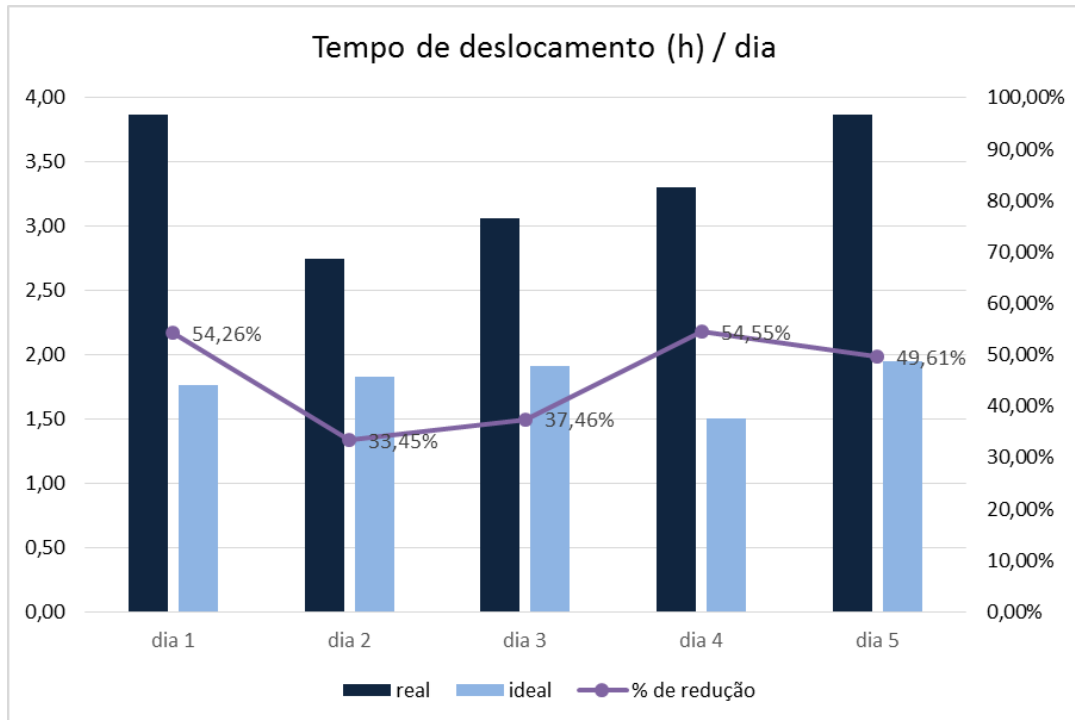
Fonte: Autor

As barras azuis escuras indicam a distância percorrida por dia do roteiro real e as barras azuis claras indicam a distância por dia do roteiro ideal. A partir da diferença entre as distâncias percorridas no mesmo dia, foi calculado o percentual de redução, ou seja, o quanto foi possível reduzir a distância total percorrida para distribuir todas as encomendas incumbidas para cada dia. O percentual de redução está apresentado pelo gráfico de linha verde com redução entre 52% e 23%, dependendo do dia analisado. No entanto, em todos os dias da semana analisada, a distância percorrida teria uma redução, caso o roteiro ideal fosse utilizado.

O Gráfico 1 apresenta a relação entre as distâncias percorridas dos roteiros real e ideal em cada dia, o que propicia uma comparação entre esses dias da semana. Por conseguinte,

uma restrição diretamente relacionada às distâncias percorridas é o tempo de deslocamento diário do motorista, apresentados no Gráfico 2.

Gráfico 2: Tempo de Deslocamento por Dia da Semana



Fonte: Autor

O tempo de deslocamento é variável de acordo com a situação e o dia em que as encomendas serão distribuídas. Para que os valores se aproximassem da realidade, os tempos de deslocamento dos roteiros ideais foram medidos pelo Google Maps em horários comerciais.

Como apresentado no Gráfico 2, o roteiro real está em azul escuro e o ideal está em azul claro. O percentual de redução do tempo de deslocamento para atender aos clientes com o método proposto, apresentado pela linha roxa, varia entre 55% e 33%, sendo a redução média de 45,87%.

Após a comparação das rotas de cada dia analisado, o Quadro 15 apresenta a economia das diferentes variáveis. Este possui a diferença entre os valores dos roteiros real e ideal e o quanto a empresa estudada ganharia percentualmente, caso ela realizasse os roteiros ideais.

Quadro 15: Ganhos dos Roteiros Propostos

| Ganhos dos Roteiros Propostos (ideais) | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|-------------|-----------------------|--------|
| % | Síntese dos Dias da semana | | | | | | | | | | Ganho Médio | Ganho Total na Semana | |
| | 1 | | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | | | |
| | diferença | % | dif. | % | dif. | % | dif. | % | dif. | % | | | |
| Redução da Distância Percorrida | 62,90 | 52,42% | 19,70 | 26,27% | 19,50 | 23,78% | 32,30 | 37,13% | 56,10 | 45,24% | 36,97% | 190,50 | 39,04% |
| Redução do Tempo de Deslocamento | 2,10 | 54,26% | 0,92 | 33,45% | 1,15 | 37,46% | 1,80 | 54,55% | 1,92 | 49,61% | 45,87% | 7,89 | 46,80% |
| Redução do Tempo de Trabalho | 2,10 | 36,40% | 0,92 | 18,29% | 1,15 | 28,89% | 1,80 | 37,89% | 1,92 | 28,53% | 30,00% | 7,89 | 30,03% |
| Aumento da Velocidade Média | -2,68 | 9,04% | -9,07 | 43,01% | -4,25 | 14,99% | -12,74 | 51,58% | -4,32 | 14,16% | 26,56% | -33,06 | 24,62% |

Fonte: Autor

O Quadro 15 apresenta a síntese de cada dia da semana. Ao final, os ganhos médios e totais são medidos de acordo com cada ponto de restrição. O ganho médio foi calculado a partir da média do ganho de cada dia da semana. Já o ganho total foi calculado pela diferença entre as somas das rotas reais e as somas das ideais, como se todos os dias fossem realizados juntos.

4.2 Custos Logísticos

Os custos logísticos foram calculados após a análise da roteirização da semana. O Quadro 16 contém informações gerais sobre os roteiros real e ideal.

Quadro 16: Informações Gerais dos Roteiros Real e Ideal

| Roteiro Real - info. Geral | Valores |
|---|-----------|
| Valor do veículo (R\$) | 34.000,00 |
| Distância percorrida por mês (km/mês) | 1.952,0 |
| Média distância percorrida por dia (km/dia) | 97,60 |
| Média de rendimento do veículo (km/L) | 12,0 |
| Tempo de deslocamento do veículo por mês (horas/mês) | 67,40 |
| Média de tempo de deslocamento por dia (horas/dia) | 3,37 |
| Tempo de trabalho do motorista por mês (horas/mês) | 105,07 |
| Média de tempo de trabalho do motorista por dia (horas/dia) | 5,25 |

| Roteiro Ideal - info. Geral | Valores |
|---|-----------|
| Valor do veículo (R\$) | 34.000,00 |
| Distância percorrida por mês (km/mês) | 1.190,0 |
| Média distância percorrida por dia (km/dia) | 59,50 |
| Média de rendimento do veículo (km/L) | 12,0 |
| Tempo de deslocamento do veículo por mês (horas/mês) | 35,87 |
| Média de tempo de deslocamento por dia (horas/dia) | 1,79 |
| Tempo de trabalho do motorista por mês (horas/mês) | 73,55 |
| Média de tempo de trabalho do motorista por dia (horas/dia) | 3,68 |

Fonte: Autor

O levantamento dos custos logísticos baseou-se nos dados do Quadro 16, que representam os serviços realizados em um mês, ou seja, a semana analisada foi multiplicada por quatro. É possível fazer o cálculo desta maneira, pois a empresa informou que todas as semanas possuem variações similares às da analisada.

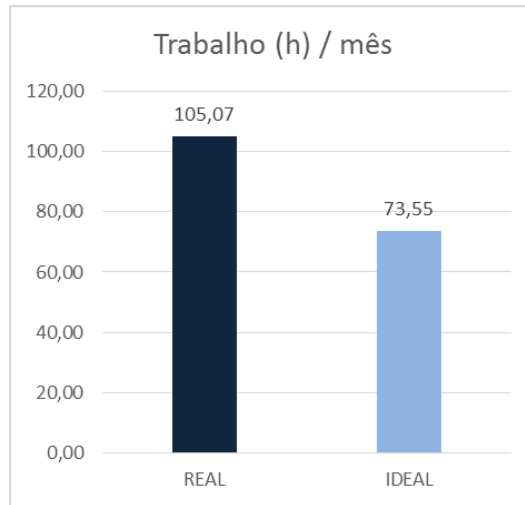
O valor de aquisição do veículo utilizado foi informado pela empresa. Considerando que o veículo é o mesmo nas duas situações, o rendimento dele também será igual para os roteiros real e ideal, sendo informado pelo centro de distribuição como 12 quilômetros por litro.

A distância percorrida em um mês no roteiro real seria de 1.952 quilômetros, enquanto no ideal seria de 1.190 quilômetros, ou seja, 762 quilômetros a menos que no roteiro realizado pelo motorista. Isso corresponde à média dos valores mensais, já que a quilometragem percorrida por dia no roteiro real seria de 97,60 e no ideal seria de 59,50.

O tempo de deslocamento do veículo refere-se à quantidade de horas que o veículo está em deslocamento. O roteiro realizado pelo motorista em uma semana foi multiplicado por quatro para que se estimasse o tempo do mês, que ficou com 67,40 horas de deslocamento. No mês, a roteirização ideal ficou com 35,87 horas. Isso corresponde uma redução de 31,53 horas no mês, sendo as médias para cada dia no roteiro real de 3,37 horas e no roteiro ideal de 1,79 horas.

O tempo de deslocamento do veículo com o acréscimo dos tempos de descarga tem como resultado o período gasto pelo motorista, que é a jornada de trabalho que o motorista necessitou para realizar a distribuição das encomendas de um mês. Os valores mensais do tempo de trabalho total podem ser verificados no Gráfico 3.

Gráfico 3: Tempo Gasto pelo Motorista no Mês com Distribuição de Encomendas



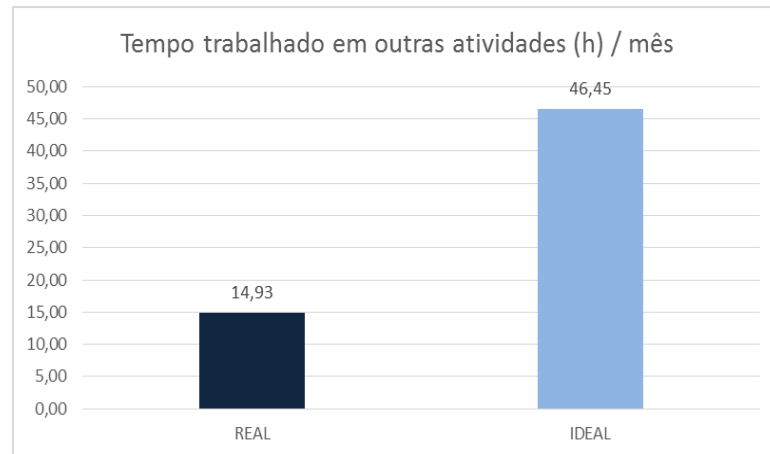
Fonte: Autor

O Gráfico 3 apresenta um ganho de 31,52 horas do tempo de trabalho total do motorista com a distribuição, caso ele realizasse o roteiro ideal. Esta redução corresponde à diferença de uma média diária de 5,25 horas no roteiro real para uma de 3,68 horas no roteiro ideal.

Esses valores demonstram que o centro de distribuição não estava atingindo o seu objetivo de trabalhar no máximo cinco horas com atividades externas para que o motorista tivesse pelo menos uma hora com atividades internas da empresa. Porém, com a roteirização, o motorista teria em média mais de duas horas por dia para realizar as atividades internas, um ganho significativo resultante da aplicação do modelo proposto neste trabalho.

O objetivo que a empresa possui relacionado com as atividades internas é de que o motorista, após realizar as atividades de distribuição das encomendas, tenha um tempo para realizar atividades internas relacionadas à sua função principal. Assim, o Gráfico 4 apresenta a quantidade de horas que o motorista teria no mês para realizar outras atividades.

Gráfico 4: Tempo Mensal Destinado a Atividades Internas



Fonte: Autor

De acordo com o Gráfico 4, realizando os roteiros reais por um mês, o tempo de trabalho do motorista destinado a atividades internas da empresa seria de 14,93 horas. Já na situação em que o motorista realizaria os roteiros ideais no período, esse tempo de trabalho disponível para outras atividades aumentaria para 46,45 horas. Esses valores equivalem a uma média diária de 0,75 hora nos roteiros reais e o aumento para 2,32 horas nos roteiros ideais, acréscimo correspondente a 309,33%.

A distância percorrida por mês em quilômetros para a realização das rotas é o fator que determina o custo de manutenção do veículo ao longo de um ano. O que a empresa faz é encaminhar o veículo para uma manutenção preventiva a cada quantidade de quilometragem estabelecida no manual do fabricante. Para o cálculo do custo de manutenção anual, foram considerados os valores das manutenções feitas na concessionária. Assim, a quilometragem atingida define a quantidade de manutenções necessárias e o que será realizado em cada uma delas.

Quadro 17: Custos Logísticos da Distribuição de Encomendas Estudada

| | | CUSTOS LOGÍSTICOS (R\$) | Valores Reais | Valores Ideais |
|---|----------------------------|--------------------------------|---------------|----------------|
| A | INVESTIMENTO INICIAL | Valor do Veículo | 34.000,00 | 34.000,00 |
| B | CUSTOS FIXOS | Taxa de Remuneração de Capital | 401,20 | 401,20 |
| C | | Seguro Anual | 1.680,00 | 1.680,00 |
| D | | DPVAT Anual | 105,65 | 105,65 |
| E | | IPVA Anual | 1.190,00 | 1.190,00 |
| F | | Licenciamento Anual | 80,00 | 80,00 |
| G | | Motorista (Salário Mensal) | 1.521,43 | 1.521,43 |
| H | | VT + VR | 560,00 | 560,00 |
| I | | 13° | 126,74 | 126,74 |
| J | | Férias | 110,91 | 110,91 |
| K | | Encargos (FGTS+ INSS) | 208,06 | 208,06 |
| | TOTAL CUSTOS FIXOS | | 5.983,99 | 5.983,99 |
| L | CUSTOS VARIÁVEIS | Custo de Manutenção Anual | 1.560,00 | 944,00 |
| M | | Custo do L de Gasolina Comum | 3,58 | 3,58 |
| | TOTAL CUSTOS VARIÁVEIS | | 1.563,58 | 947,58 |
| N | Valor da Depreciação Anual | | 6.800,00 | 6.800,00 |

Fonte: Autor

O veículo desvaloriza ao longo dos anos desde o momento de sua compra. A depreciação calculada é o valor que o veículo deprecia no decorrer de cinco anos. Assim, o cálculo da depreciação anual é a divisão do valor do veículo em parcelas iguais por ano no período depreciável.

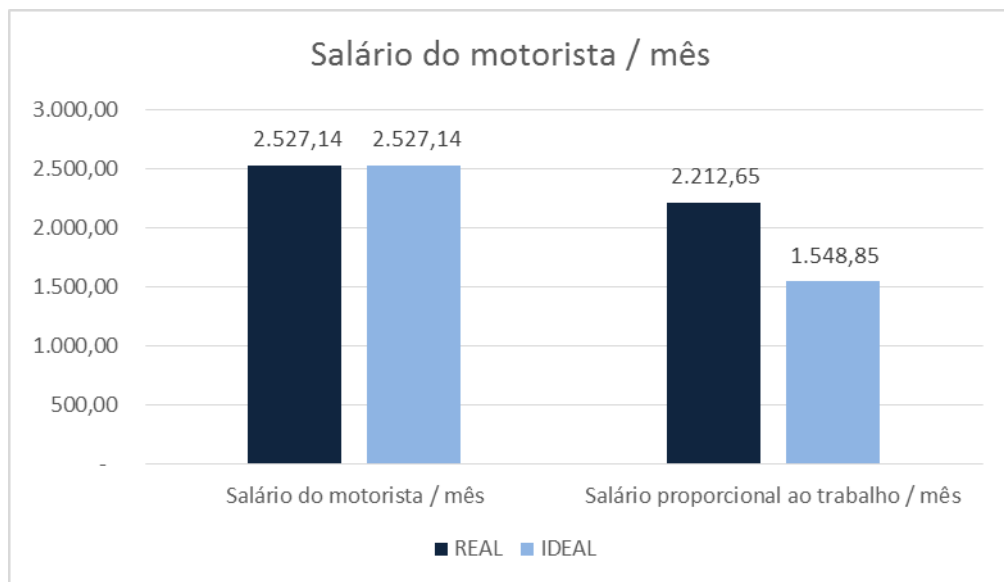
Um custo variável identificado na situação é o valor gasto com gasolina. A empresa relatou que utiliza a gasolina comum. Para o estabelecimento de um valor pelo litro da gasolina comum, foram coletados os preços em diferentes postos de gasolina de Brasília-Distrito Federal e chegou-se a uma média de 3,58 reais por litro de gasolina comum. O custo relacionado com a gasolina utilizada em determinado período é considerado um custo variável por depender da quantidade de produção, ou seja, depender de quantos quilômetros o veículo fez e o rendimento de 12 quilômetros em média para consumir um litro de gasolina comum.

O custo de manutenção é alterado de acordo com o roteiro utilizado. Quando os fluxos de custos projetados são comparados (Quadros 18 e 19), nota-se que o custo de manutenção mensal com os roteiros reais é de 130 reais, enquanto com os roteiros ideais é de 78,67 reais. A diferença pode não parecer grande, mas é significativa por ser um item de custo em um mês

e somente na área de distribuição da empresa. Este é um custo variável diretamente relacionado com a distância percorrida pelo veículo.

Alguns custos, como já explicitados, não variam de acordo com a escolha do roteiro utilizado ao longo dos meses de um ano projetado. Porém, pode-se notar que o salário do motorista, por exemplo, por mais que seja um custo fixo, pode ser melhor aproveitado. Em outras palavras, o tempo de trabalho total no mês que o motorista trabalha com as atividades externas à empresa podem influenciar em outros custos internos. Para o centro de distribuição, o motorista possui a sua função principal de distribuição de encomendas, mas quando há horas restantes no seu tempo de trabalho diário, ele é designado a desempenhar atividades internas, podendo otimizar o uso da mão de obra para as funções internas. O Gráfico 5 traz a comparação entre o salário do motorista nas duas situações.

Gráfico 5: Salário do Motorista Proporcional ao Tempo de Trabalho Externo

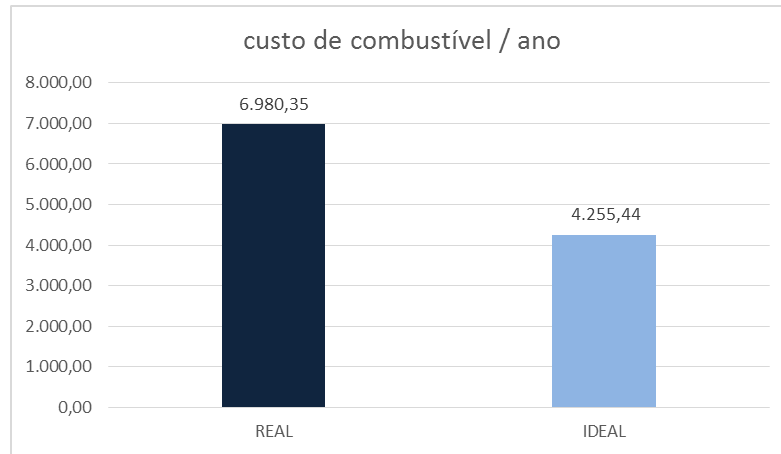


Fonte: Autor

O salário do motorista não será alterado. O que o Gráfico 5 faz referência é a uma comparação do quanto o salário que ele recebe é destinado ao trabalho de distribuição de encomendas. Desta forma, quanto menos tempo de trabalho diário é destinado às atividades externas, mais tempo é destinado a outras atividades.

A distância percorrida pelo veículo está diretamente relacionada com o consumo de combustível. O custo de combustível mensal foi calculado pela razão entre a quilometragem percorrida e a média que o veículo realiza de quilometragem por um litro, multiplicada pela precificação do litro do combustível. O Gráfico 6 apresenta o comparativo anual entre os custos de combustível para as duas situações.

Gráfico 6: Custo de Combustível Anual nos Roteiros Real e Ideal



Fonte: Autor

Após o levantamento dos custos logísticos, projetou-se um fluxo de custos no período de um ano. O objetivo do fluxo de custos é verificar o valor presente da empresa para o período. Para o cálculo do valor presente, a taxa de desconto considerada foi a taxa SELIC, disponível no *site* do Banco Central (www.bcb.gov.br), com valor de 14% ao ano, ou seja, 1,17% ao mês. A fim de comparar os custos projetados utilizando o roteiro real por um ano e o roteiro ideal pelo mesmo período, o fluxo de custos projetado foi feito para as duas situações, sem levar em consideração um possível aumento da demanda, podendo ser observado nos Quadros 18 e 19.

Quadro 18: Fluxo de Custos Projetado para a Situação Real

| Fluxo de Custos - Real | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Mês N° | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| CUSTOS | INVESTIMENTO INICIAL | Valor do veículo | 34.000,00 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Taxa de Remuneração de Capital | 401,20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | CUSTOS FIXOS | Seguro Anual | | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 |
| | | DPVAT Anual | | 8,80 | 8,80 | 8,80 | 8,80 | 8,80 | 8,80 | 8,80 | 8,80 | 8,80 | 8,80 | 8,80 |
| | | IPVA Anual | | 99,17 | 99,17 | 99,17 | 99,17 | 99,17 | 99,17 | 99,17 | 99,17 | 99,17 | 99,17 | 99,17 |
| | | Licenciamento Anual | | 6,67 | 6,67 | 6,67 | 6,67 | 6,67 | 6,67 | 6,67 | 6,67 | 6,67 | 6,67 | 6,67 |
| | | Motorista (Salário Mensal) | | 1.521,43 | 1.521,43 | 1.521,43 | 1.521,43 | 1.521,43 | 1.521,43 | 1.521,43 | 1.521,43 | 1.521,43 | 1.521,43 | 1.521,43 |
| | | VT+VR | | 560,00 | 560,00 | 560,00 | 560,00 | 560,00 | 560,00 | 560,00 | 560,00 | 560,00 | 560,00 | 560,00 |
| | | 13° | | 126,74 | 126,74 | 126,74 | 126,74 | 126,74 | 126,74 | 126,74 | 126,74 | 126,74 | 126,74 | 126,74 |
| | | Férias | | 110,91 | 110,91 | 110,91 | 110,91 | 110,91 | 110,91 | 110,91 | 110,91 | 110,91 | 110,91 | 110,91 |
| | | Encargos (FGTS + INSS) | | 208,06 | 208,06 | 208,06 | 208,06 | 208,06 | 208,06 | 208,06 | 208,06 | 208,06 | 208,06 | 208,06 |
| | CUSTOS VARIÁVEIS | Custo de Manutenção Anual | | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 130,00 | 130,00 |
| | | Custo de Combustível | | 581,70 | 581,70 | 581,70 | 581,70 | 581,70 | 581,70 | 581,70 | 581,70 | 581,70 | 581,70 | 581,70 |
| | Depreciação | | 13600,00 | 566,67 | 566,67 | 566,67 | 566,67 | 566,67 | 566,67 | 566,67 | 566,67 | 566,67 | 566,67 | 566,67 |
| | TOTAL | | - 20.801,20 | 4.060,14 | 4.060,14 | 4.060,14 | 4.060,14 | 4.060,14 | 4.060,14 | 4.060,14 | 4.060,14 | 4.060,14 | 4.060,14 | 4.060,14 |
| | VP Real | | -R\$ 24.136,80 | | | | | | | | | | | |

Fonte: Autor

Quadro 19: Fluxo de Custos Projetado para a Situação Ideal

| Fluxo de Custos - Ideal | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Mês N° | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| CUSTOS | INVESTIMENTO INICIAL | Valor do veículo | 34.000,00 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | | Taxa de Remuneração de Capital | 401,20 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | CUSTOS FIXOS | Seguro Anual | | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 | 140,00 |
| | | DPVAT Anual | | 8,80 | 8,80 | 8,80 | 8,80 | 8,80 | 8,80 | 8,80 | 8,80 | 8,80 | 8,80 | 8,80 |
| | | IPVA Anual | | 99,17 | 99,17 | 99,17 | 99,17 | 99,17 | 99,17 | 99,17 | 99,17 | 99,17 | 99,17 | 99,17 |
| | | Licenciamento Anual | | 6,67 | 6,67 | 6,67 | 6,67 | 6,67 | 6,67 | 6,67 | 6,67 | 6,67 | 6,67 | 6,67 |
| | | Motorista (Salário Mensal) | | 1.521,43 | 1.521,43 | 1.521,43 | 1.521,43 | 1.521,43 | 1.521,43 | 1.521,43 | 1.521,43 | 1.521,43 | 1.521,43 | 1.521,43 |
| | | VT+VR | | 560,00 | 560,00 | 560,00 | 560,00 | 560,00 | 560,00 | 560,00 | 560,00 | 560,00 | 560,00 | 560,00 |
| | | 13° | | 126,74 | 126,74 | 126,74 | 126,74 | 126,74 | 126,74 | 126,74 | 126,74 | 126,74 | 126,74 | 126,74 |
| | | Férias | | 110,91 | 110,91 | 110,91 | 110,91 | 110,91 | 110,91 | 110,91 | 110,91 | 110,91 | 110,91 | 110,91 |
| | | Encargos (FGTS + INSS) | | 208,06 | 208,06 | 208,06 | 208,06 | 208,06 | 208,06 | 208,06 | 208,06 | 208,06 | 208,06 | 208,06 |
| | CUSTOS VARIÁVEIS | Custo de Manutenção Anual | | 78,67 | 78,67 | 78,67 | 78,67 | 78,67 | 78,67 | 78,67 | 78,67 | 78,67 | 78,67 | 78,67 |
| | | Custo de Combustível | | 354,62 | 354,62 | 354,62 | 354,62 | 354,62 | 354,62 | 354,62 | 354,62 | 354,62 | 354,62 | 354,62 |
| | Depreciação | | 13.600,00 | 566,67 | 566,67 | 566,67 | 566,67 | 566,67 | 566,67 | 566,67 | 566,67 | 566,67 | 566,67 | 566,67 |
| | TOTAL | | - 20.801,20 | 3.781,73 | 3.781,73 | 3.781,73 | 3.781,73 | 3.781,73 | 3.781,73 | 3.781,73 | 3.781,73 | 3.781,73 | 3.781,73 | 3.781,73 |
| | VP Ideal | | -R\$ 21.071,79 | | | | | | | | | | | |

Fonte: Autor

Nota-se que os valores presentes dos custos da operação das duas situações estudadas são diferentes. A utilização do roteiro real por um ano resulta em um valor presente dos custos de R\$ - 24.136,80 e a do roteiro ideal gera um valor presente de R\$ - 21.071,79.

Logo, em termos de custos, a utilização do método de Clarke e Wright, proposto neste trabalho para a roteirização, resultaria em uma economia de R\$ 3.065,01 ao ano, isso representa uma redução de 12,70% nos custos de distribuição da empresa.

5. CONCLUSÃO

Este capítulo contém as informações conclusivas e as limitações do trabalho, bem como propostas para futuros estudos.

A maior motivação do trabalho foi a possibilidade de realizar um estudo com a utilização de dados reais de uma empresa de distribuição, demonstrando as soluções e melhorias para os processos práticos de logística.

O estudo realizado foi uma proposta para uma empresa de distribuição de encomendas. O que constituiu o trabalho foi a análise de uma situação real da empresa, a aplicação do método de Clarke e Wright, uma comparação das situações real e ideal e um estudo dos custos logísticos, comprovando a necessidade de se realizar a roteirização. Percebeu-se que o trabalho possuía importância, porque, pelo fato de o motorista realizar as distribuições da maneira que ele julgava como a mais otimizada, a roteirização ideal comprovou a redução dos custos logísticos.

A limitação do trabalho foi o tempo de análise do processo, pois ficou restrito a uma semana de operação. Com estudos conduzidos por períodos maiores, poderiam ser encontrados resultados ainda mais significativos em termos de ganhos operacionais e de redução de custos para a empresa.

As medidas de cada encomenda foram consideradas pelo seu volume, em litros, e não exatamente as dimensões de comprimento, largura e espessura. Com isso, pode existir uma dificuldade de encaixe das encomendas pelo motorista no momento em que ele carrega o veículo para iniciar a roteirização do dia. Além disso, outra restrição do trabalho está relacionada com o tempo de descarga de cada encomenda em seu respectivo cliente. O tempo de descarga foi um dado que o motorista da empresa informou na realização do roteiro real, mas esses dados não foram diretamente coletados para a situação ideal.

Para a comparação dos custos logísticos projetados dos roteiros reais e ideais, no presente trabalho, possíveis variações na demanda ao longo do ano não foram consideradas. Uma variação de acordo com a sazonalidade poderia ter sido aplicada na projeção dos custos

para que estes se aproximassem mais da realidade da empresa. Porém, a demanda foi considerada inalterada pela não obtenção de dados referentes a esta possível sazonalidade.

O modelo proposto neste trabalho para a roteirização dos serviços de transporte da empresa trouxe diversos benefícios. Foram obtidos ganhos de redução do tempo de trabalho destinado às distribuições, redução das distâncias percorridas, diminuindo gastos de manutenção do veículo e custo com combustível.

Da mesma maneira, permitiu mostrar que o tempo do motorista pode ser melhor aproveitado para fazer um planejamento prévio dos serviços, realizando a roteirização do dia seguinte e ordenando os produtos a serem entregues. Por outro lado, estudos deste tipo trazem resultados úteis para a empresa, pois ela pode estudar a viabilidade de realizar as entregas menos vezes na semana ou estudar o tipo de veículo ideal para a realização das entregas.

A comparação dos resultados obtidos entre os roteiros real e ideal e o posterior levantamento dos custos logísticos das operações demonstraram a importância de a empresa planejar as rotas por meio da aplicação do método de Clarke e Wright. Obviamente, esta opção pelo uso dessa metodologia exigiria uma programação prévia, a cada dia, para o planejamento das entregas, gerando a necessidade de se trabalhar com algum aplicativo, como o Excel, para auxiliar e agilizar a programação dos roteiros.

Assim, o estudo atingiu os objetivos enunciados, mostrando que é possível otimizar os processos de distribuição e de coleta de encomendas, mediante uso de métodos e ferramentas de roteirização. A proposta poderá servir como base para a realização de análises de roteirização e custos do roteiro ideal com outras frotas de distribuição em diferentes setores logísticos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, C. F. de; MACEDO, E. R. de; SOARES, A. M.; SOUZA, F. D. C., “Estudo de Roteirização de Veículos: Aplicação da Técnica de Varredura em uma Indústria de Artigos de Sono”. Fortaleza: Artigo publicado no XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Out/2015.

BALLOU, R. H. Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/ Logística Empresarial. Porto Alegre: Bookman, 2006. 5ª. Edição.

BALLOU, R. H. Logística Empresarial: Transportes, Administração de materiais e Distribuição física. São Paulo: Atlas, 2011. 1ª. Edição.

BARBOSA, E. D. dos S.; SOUSA, C. V., “Infraestrutura Logística em Transporte Rodoviário de Carga Fracionada: Um estudo de Caso em uma Transportadora Mineira”. Belo Horizonte: Artigo publicado no XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Out/2011.

BORNIA, A. C.; DONADEL, C. M.; LORANDI, J. A., “A logística do comércio eletrônico do B2C (business to consumer)”. Fortaleza: Artigo publicado no XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Out/2006.

BOWERSON, D. J.; CLOSS, D. J. Logística empresarial - O processo de integração da cadeia de suprimento. São Paulo: Editora Atlas S. A., 2001.

BRANDES, H.; LILLIECREUTZ, J. e BREGE, S. (1997) “Outsourcing – success or failure? Findings from five case studies”, European Journal of Purchasing & Supply Management, vol. 3, n. 2, p. 63-75, 1997.

BREJON, S. R. C., BELFIORE, P. P., “A importância do Enfoque Sistêmico para problemas de Roteirização de Veículos”. Revista Pesquisa e Desenvolvimento Engenharia de Produção. n. 5, p. 64- 86, Junho de 2006.

BREMENKAMP, L. H.; MONTEIRO, N. J.; REPOLHO, H. M. V.; CUNHA, V. A. M. C. da; DANTAS, L. F., "Aplicação da Heurística de Clarke & Wright para um Problema de Roteirização de Veículos Homogêneos em uma Distribuidora". João Pessoa: Artigo Publicado no XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Out/2016.

CABRAL, F. B., “Processo Logístico de uma empresa de Comércio Eletrônico: Estudo de Caso”. Rio de Janeiro: Artigo publicado no Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). 2001.

CONCEIÇÃO, S. V.; CONCEIÇÃO NETO, A. S.; NASCIMENTO, E. S.; ALMEIDA, H. M. de; FIALHO, L. B.; SILVA, M. V. da, "Impactos da Utilização de Roteirização de Veículos em um Centro de Distribuição: um Estudo de Caso". Florianópolis: Artigo Publicado no XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Nov/2004.

CUNHA, C. B. “Aspectos práticos da aplicação de modelos de roteirização de veículos a problemas reais”. Revista Transportes, v.8, n.2, p. 51- 74, 2000.

FARIA, A. C. de; MULLER, E. T. C., “Os desafios e e-commerce e a importância da controladoria”. Fortaleza: Artigo publicado no XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), Out/2006.

GUABIROBA, R. C. da S.; D'AGOSTO, M. de A., "O Impacto do custo de coleta do óleo residual de fritura disperso em áreas urbanas no custo total de produção de biodiesel - estudo de caso". Revista Transportes, v.19, n.1, p.68 - 76, 2011.

JUNIOR, I. C. L.; PEIXOTO, D. de O.; BARBOSA, M. G.; SILVA, W. N., “Estudo para Implementação de um Sistema de Roteirização e um Novo Centro de Distribuição para uma Empresa de Água Mineral do Sul de Minas Gerais”. Artigo publicado no IX Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. 2012.

JUNIOR, S. G. da S.; OLIVEIRA, J. R. de; CAVALCANTI, M. R., "Análise das Potencialidades Logísticas do Estado da Paraíba com Base nos Eixos Integrados de Desenvolvimento". João Pessoa: Artigo Publicado no XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Out/2016.

LUNA, M. M. M.; BELLOMUSTO, M. P.; MONHO, M. C. B., “Problema de Roteirização em Empresa do Setor Alimentício: uma Aplicação do Método de Clarke e Wright”. Fortaleza: Artigo publicado no XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Out/2015.

MEDEIROS, J. C. G. de; SILVA, W. A. da; SILVA JUNIOR, S. G. da, "Impacto Financeiro de um Projeto de Roteirização de Entregas de Faturas de Grandes Consumidores de uma Distribuidora de Energia Elétrica". João Pessoa: Artigo Publicado no XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Out/2016.

MELO, C. J. C. da S.; NASCIMENTO, L. J. A. do; SILVA, M. M., "Prestação de Serviços de Fretamento Contínuo: Análise de uma Empresa de Ônibus de Caruaru". Fortaleza: Artigo Publicado no XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Out/2015.

NASCIMENTO, D. B.; FIGUEIREDO, J. N. de; CASALI, R. M.; MAYERLE, S. F., "Análise Comparativa de Algoritmos Heurísticos para Resolução do Problema do Caixeiro-Viajante em Grafos Não Clusterizados". Florianópolis: Artigo Publicado no XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Nov/2004.

NOVAES, A. G., Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição, Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

NOVAES, A. G., Sistemas Logísticos: transporte, armazenagem e distribuição física de produtos, São Paulo: Editora Edgard Blucher, Ltda, 1989.

PEREIRA, L. S. S.; DUARTE, R. B.; FIRMINO, C. R. S.; IRINEU, A. B. M.; COSTA, J. R. A. A., "Otimização de Rota na Distribuição de Produtos em uma Empresa de Produtos de Beleza". Fortaleza: Artigo publicado no XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Out/2015.

PINHEIRO, P. A.; FILHO, J. G. F., Logística: Análise do Processo de Roteirização das Entregas de Cargas Fracionadas em uma Distribuidora Atacadista em Campina Grande – PB. Universidade Estadual da Paraíba, Trabalho de Conclusão de Curso. 2014.

REIS, C. C. C. dos; MORO, M. F.; FLORES, S. de A.; WEISE, A. D., "Técnicas de Pesquisa Operacional Aplicadas na Otimização de Rotas de uma Rede de Lojas de Materiais de Construção". João Pessoa: Artigo Publicado no XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Out/2016.

RIBEIRO, G. M.; RUIZ, M. D. V. de; DEXHEIMER, L., "Programa de Roteamento de Veículos Aplicação no Sistema de Coleta dos Correios". Artigo Publicado no Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). 2001.

SILVA, B. C. da; BEZERRA, I. X. B.; SILVA, M. A. da; ARAUJO, M. G. de; MONTEIRO, L. F., "A Análise da Aplicação da Logística e das Ferramentas da Pesquisa Operacional como Métodos de Otimizar a Atividade dos Carteiros em Parnamirim – RN". São Carlos: Artigo Publicado no XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Out/2010.

SILVA, F. dos S.; CARDOSO, B. de F. O.; MOREIRA, L. da S., "Proposta de Melhoria da Rota de Transporte de Hortaliças: Uma Aplicação Técnica do Problema de Caixeiro Viajante". João Pessoa: Artigo Publicado no XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP). Out/2016.

SILVA, M. R.; CUNHA, C. B. "Configuração de redes do tipo hub-andspoke para o transporte rodoviário de carga parcelada no Brasil utilizando algoritmos genéticos." Revista Transportes, São Paulo, SP, v. 12, n. 1, p. 23-31, jun. 2004.

SLACK, Nigel. CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON Robert. Tradução de Maria Teresa Corrêa de Oliveira. Administração da produção. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SIMCHI-LEVI, D.; KAMINSKY, P.; SIMCHI-LEVI, E., Cadeia de suprimentos: projeto e gestão. Porto Alegre: Bookman, 2010. 3ª. Edição.

VALENTE, A. M.; PASSAGLIA, E.; NOVAES, A. G., Gerenciamento de Transportes e Frotas. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003.

Site do Banco Central. www.bcb.gov.br. Disponível em: 19 de novembro de 2016, às 16h20.

Site do DPVAT. www.dpvat2016.com. Disponível em: 07 de novembro de 2016, às 08h15.

Site dos Correios. www.correios.com.br. Disponível em: 19 de junho de 2016, às 12h20.

WU, L.; CUNHA, C. B. da, "O Problema da Roteirização Periódica de Veículos". Revista Transportes, v. XVI, n. 1, p. 5- 16. Jun/2008.

APÊNDICES

Apêndice 1

Este apêndice contém os quadros com os dados reais informados pela empresa e os demais quadros que foram desenvolvidos para apresentar os dados e resultados da aplicação do método de Clarke e Wright, em cada dia da semana.

18/08/2016: Dia 2

| Roteiro Real - Dia 2 | | | | | | | | | | |
|----------------------|------------|----------------------|-----------|-----------------------|------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|------------------------|
| Ordem | Data | Quantidade (unidade) | Peso (kg) | Medidas - HxCxL (cm³) | Medidas (litros) | Endereço para Entrega | Distância Percorrida (km) | Tempo de Deslocamento (h) | Tempo de Descarga (h) | Velocidade Real (km/h) |
| | 18/08/2016 | | | | | SHIS EQL 6/8 | | | | |
| 19 | 18/08/2016 | 1 | 5,5 | 3276 | 3,276 | SHIS QL 8 | 2 | 0,08 | 0,57 | 24,00 |
| 20 | 18/08/2016 | 1 | 6,9 | 3276 | 3,276 | SHIS QL 22 | 10 | 0,20 | 0,15 | 50,00 |
| 21 | 18/08/2016 | 1 | 1,2 | 2187 | 2,187 | SGAS 609 | 16 | 0,30 | 0,02 | 53,33 |
| 22 | 18/08/2016 | 1 | 12,3 | 4032 | 4,032 | SES quadra 801 | 2 | 0,05 | 0,05 | 40,00 |
| 23 | 18/08/2016 | 1 | 14,8 | 52488 | 52,488 | SCRS 505 | 3 | 0,25 | 0,08 | 12,00 |
| 24 | 18/08/2016 | 1 | 10 | 26244 | 26,244 | SCS quadra 1 | 3 | 0,03 | 0,03 | 90,00 |
| 25 | 18/08/2016 | 1 | 8,6 | 26244 | 26,244 | SRTVS quadra 701 | 2 | 0,07 | 0,13 | 30,00 |
| 26 | 18/08/2016 | 1 | 13,5 | 8201 | 8,201 | SRTVS quadra 701 | 1 | 0,08 | 0,02 | 12,00 |
| 27 | 18/08/2016 | 1 | 20 | 52488 | 52,488 | SQS 102 | 2 | 0,13 | 0,05 | 15,00 |
| 28 | 18/08/2016 | 1 | 17,4 | 52488 | 52,488 | SIG | 8 | 0,48 | 0,03 | 16,55 |
| 29 | 18/08/2016 | 1 | 10,5 | 26244 | 26,244 | SHCS 102 bloco A | 1 | 0,07 | 0,40 | 15,00 |
| 30 | 18/08/2016 | 1 | 27,8 | 52488 | 52,488 | SES 801 | 2 | 0,10 | 0,15 | 20,00 |
| 31 | 18/08/2016 | 1 | 13,4 | 26244 | 26,244 | SGAS 605 | 4 | 0,07 | 0,02 | 60,00 |
| 32 | 18/08/2016 | 1 | 7,8 | 8201 | 8,201 | SHIS QI 9 | 6 | 0,23 | 0,22 | 25,71 |
| 33 | 18/08/2016 | 1 | 2,2 | 2187 | 2,187 | SHIS QI 3 | 5 | 0,20 | 0,05 | 25,00 |
| 34 | 18/08/2016 | 1 | 10,7 | 4032 | 4,032 | SHIS QI 3 | 1 | 0,07 | 0,30 | 15,00 |
| 35 | 18/08/2016 | 1 | 1,9 | 2187 | 2,187 | SHIS QI 5 | 4 | 0,15 | 0,02 | 26,67 |
| | 18/08/2016 | | | | | SHIS EQL 6/8 | 3 | 0,18 | | 16,36 |
| Somar | | | 184,50 | | 352,51 | | 75 | 2,75 | 2,28 | |
| Total | | | | | | | | 5,03 | | 30,37 |

| Distâncias - 18/08/2016 (Dia 2) | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------|---|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|
| | 0 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 |
| 0 | x | 1,9 | 7,8 | 2,9 | 6,5 | 6,5 | 9,7 | 7,4 | 7,4 | 6,9 | 12 | 5,9 | 6,5 | 4,5 | 3,9 | 2,8 | 3,3 | 2,4 |
| 19 | | x | 7,4 | 3,6 | 7 | 7,2 | 10,2 | 8,1 | 8,1 | 7,6 | 12,5 | 6,6 | 7 | 5,1 | 2,9 | 3,5 | 4,1 | 2,7 |
| 20 | | | x | 13,4 | 11,2 | 13,5 | 14,5 | 12,6 | 12,6 | 12,3 | 16,8 | 13,3 | 11,2 | 11,8 | 8,4 | 9,7 | 9,7 | 7 |
| 21 | | | | x | 4,2 | 4 | 7,1 | 4,8 | 4,8 | 4,4 | 10,5 | 3,4 | 4,2 | 1,9 | 6,2 | 5,4 | 6 | 6 |
| 22 | | | | | | x | 4,3 | 5 | 4,8 | 4,8 | 3,3 | 7,3 | 4,8 | 0,2 | 3,8 | 4,8 | 8,9 | 9,5 |
| 23 | | | | | | | x | 2,8 | 1,8 | 1,8 | 1,6 | 6,3 | 0,3 | 4 | 2,7 | 6,9 | 8,3 | 11,3 |
| 24 | | | | | | | | x | 2,1 | 2,1 | 1,5 | 5,3 | 3,2 | 2,7 | 4 | 6,2 | 12,5 | 12,5 |
| 25 | | | | | | | | | x | 0 | 2,1 | 3,6 | 2 | 3,1 | 4,1 | 6,6 | 13,1 | 13,1 |
| 26 | | | | | | | | | | | 2,1 | 3,6 | 2 | 3,1 | 4,1 | 6,6 | 13,1 | 13,1 |
| 27 | | | | | | | | | | x | 5 | 2,8 | 3 | 3 | 5,9 | 9,3 | 12,1 | 8,5 |
| 28 | | | | | | | | | | | x | 4,2 | 6 | 7 | 9,5 | 16 | 15,9 | 12,5 |
| 29 | | | | | | | | | | | | | x | 4 | 2,4 | 6,7 | 8 | 11,1 |
| 30 | | | | | | | | | | | | | x | | 3,8 | 4,8 | 8,9 | 9,5 |
| 31 | | | | | | | | | | | | | | x | | 4,7 | 7,2 | 7,8 |
| 32 | | | | | | | | | | | | | | | x | | 5,8 | 6,4 |
| 33 | | | | | | | | | | | | | | | | x | | 0,9 |
| 34 | | | | | | | | | | | | | | | | | x | |
| 35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | x |

| Ganhos - 18/08/2016 (Dia 2) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|
| | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 |
| 19 | 2,3 | 1,2 | 1,4 | 1,2 | 1,4 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,4 | 1,2 | 1,4 | 1,3 | 2,9 | 1,2 | 1,1 | 1,6 |
| 20 | x | -2,7 | 3,1 | 0,8 | 3 | 2,6 | 2,6 | 2,4 | 3 | 0,4 | 3,1 | 0,5 | 3,3 | 0,9 | 1,4 | 3,2 |
| 21 | | x | 5,2 | 5,4 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,4 | 4,4 | 5,4 | 5,2 | 5,5 | 0,6 | 0,3 | 0,2 | -0,7 |
| 22 | | | x | 8,7 | 11,2 | 9,1 | 9,1 | 10,1 | 11,2 | 7,6 | 12,8 | 7,2 | 5,6 | 0,4 | 0,3 | -0,5 |
| 23 | | | | x | 13,4 | 12,1 | 12,1 | 11,8 | 12,2 | 12,1 | 9 | 8,3 | 3,5 | 1 | -1,5 | 0,9 |
| 24 | | | | | x | 15 | 15 | 15,1 | 16,4 | 12,4 | 13,5 | 10,2 | 7,4 | 0 | 0,5 | 3,2 |
| 25 | | | | | | x | 14,8 | 12,2 | 15,8 | 11,3 | 10,8 | 7,8 | 4,7 | -2,9 | -2,4 | 0,1 |
| 26 | | | | | | | x | 12,2 | 15,8 | 11,3 | 10,8 | 7,8 | 4,7 | -2,9 | -2,4 | 0,1 |
| 27 | | | | | | | | x | 13,9 | 10 | 10,4 | 8,4 | 4,9 | 0,4 | -1,9 | 0,8 |
| 28 | | | | | | | | | x | 13,7 | 12,5 | 9,5 | 6,4 | -1,2 | -0,6 | 1,9 |
| 29 | | | | | | | | | | x | 8,4 | 8 | 3,1 | 0,7 | -1,9 | 1 |
| 30 | | | | | | | | | | | x | 7,2 | 5,6 | 0,4 | 0,3 | 0,8 |
| 31 | | | | | | | | | | | | x | 3,7 | 0,1 | 0 | 0,5 |
| 32 | | | | | | | | | | | | | x | 0,9 | 0,8 | 3 |
| 33 | | | | | | | | | | | | | | x | 5,2 | 4,2 |
| 34 | | | | | | | | | | | | | | | x | 4,5 |
| 35 | | | | | | | | | | | | | | | | x |

| S | Valor | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|--------|------|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|------|--|--|--|
| s24,28 | 16,4 | s23,29 | 12,1 | s23,31 | 8,3 | s21,30 | 5,2 | s19,32 | 2,9 | s19,33 | 1,2 | s27,33 | 0,4 | | | |
| s25,28 | 15,8 | s23,27 | 11,8 | s29,31 | 8 | s33,34 | 5,2 | s20,25 | 2,6 | s19,34 | 1,1 | s22,34 | 0,3 | | | |
| s26,28 | 15,8 | s25,29 | 11,3 | s25,31 | 7,8 | s27,32 | 4,9 | s20,26 | 2,6 | s29,35 | 1 | s30,34 | 0,3 | | | |
| s24,27 | 15,1 | s26,29 | 11,3 | s26,31 | 7,8 | s25,32 | 4,7 | s20,27 | 2,4 | s23,33 | 1 | s21,33 | 0,3 | | | |
| s24,25 | 15 | s22,24 | 11,2 | s22,29 | 7,6 | s26,32 | 4,7 | s19,20 | 2,3 | s20,33 | 0,9 | s21,34 | 0,2 | | | |
| s24,26 | 15 | s22,28 | 11,2 | s24,32 | 7,4 | s34,35 | 4,5 | s28,35 | 1,9 | s23,35 | 0,9 | s25,35 | 0,1 | | | |
| s25,26 | 14,8 | s25,30 | 10,8 | s22,31 | 7,2 | s21,28 | 4,4 | s19,35 | 1,6 | s32,33 | 0,9 | s26,35 | 0,1 | | | |
| s27,28 | 13,9 | s26,30 | 10,8 | s30,31 | 7,2 | s33,35 | 4,2 | s19,22 | 1,4 | s20,23 | 0,8 | s31,33 | 0,1 | | | |
| s28,29 | 13,7 | s27,30 | 10,4 | s28,32 | 6,4 | s31,32 | 3,7 | s19,24 | 1,4 | s27,35 | 0,8 | s24,33 | 0 | | | |
| s24,30 | 13,5 | s24,31 | 10,2 | s22,32 | 5,6 | s23,32 | 3,5 | s19,28 | 1,4 | s30,35 | 0,8 | s31,34 | 0 | | | |
| s23,24 | 13,4 | s22,27 | 10,1 | s30,32 | 5,6 | s20,32 | 3,3 | s19,30 | 1,4 | s32,34 | 0,8 | s22,35 | -0,5 | | | |
| s22,30 | 12,8 | s27,29 | 10 | s21,25 | 5,5 | s20,35 | 3,2 | s20,34 | 1,4 | s29,33 | 0,7 | s28,34 | -0,6 | | | |
| s28,30 | 12,5 | s28,31 | 9,5 | s21,26 | 5,5 | s24,35 | 3,2 | s19,31 | 1,3 | s21,32 | 0,6 | s21,35 | -0,7 | | | |
| s24,29 | 12,4 | s22,25 | 9,1 | s21,24 | 5,5 | s20,22 | 3,1 | s19,25 | 1,2 | s20,31 | 0,5 | s28,33 | -1,2 | | | |
| s25,27 | 12,2 | s22,26 | 9,1 | s21,31 | 5,5 | s20,30 | 3,1 | s19,26 | 1,2 | s24,34 | 0,5 | s23,34 | -1,5 | | | |
| s26,27 | 12,2 | s23,30 | 9 | s21,23 | 5,4 | s29,32 | 3,1 | s19,27 | 1,2 | s31,35 | 0,5 | s27,34 | -1,9 | | | |
| s23,28 | 12,2 | s22,23 | 8,7 | s21,27 | 5,4 | s20,24 | 3 | s19,29 | 1,2 | s22,33 | 0,4 | s29,34 | -1,9 | | | |
| s23,25 | 12,1 | s27,31 | 8,4 | s21,29 | 5,4 | s20,28 | 3 | s19,23 | 1,2 | s30,33 | 0,4 | s25,34 | -2,4 | | | |
| s23,26 | 12,1 | s29,30 | 8,4 | s21,22 | 5,2 | s32,35 | 3 | s19,21 | 1,2 | s20,29 | 0,4 | s26,34 | -2,4 | | | |
| | | | | | | | | | | | | s20,21 | -2,7 | | | |
| | | | | | | | | | | | | s25,33 | -2,9 | | | |
| | | | | | | | | | | | | s26,33 | -2,9 | | | |

| Roteiro Real - Dia 3 | | | | | | | | | | |
|----------------------|------------|-------------------------|--------------|---------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Ordem | Data | Quantidade (unidade) | Peso (kg) | Medidas HxCxL (cm³) | Medidas (litros) | Endereço para Entrega | Distância Percorrida (km) | Tempo de Deslocamento (h) | Tempo de Descarga (h) | Velocidade Real (km/h) |
| | 19/08/2016 | | | | | SHIS EQL 6/8 | | | | |
| 36 | 19/08/2016 | 1 | 23,7 | 26244 | 26,244 | SHIS QI 09 | 6 | 0,08 | 0,05 | 72,00 |
| 37 | 19/08/2016 | 1 | 4,3 | 3276 | 3,276 | SHIS QL 08 | 2 | 0,10 | 0,03 | 20,00 |
| 38 | 19/08/2016 | 1 | 19,4 | 52488 | 52,488 | SHIS QL 22 | 6 | 0,27 | 0,03 | 22,50 |
| 39 | 19/08/2016 | 1 | 13,4 | 26244 | 26,244 | SES quadra 801 | 9 | 0,30 | 0,03 | 30,00 |
| 40 | 19/08/2016 | 1 | 5,4 | 4032 | 4,032 | SES quadra 807 | 1 | 0,05 | 0,08 | 20,00 |
| 41 | 19/08/2016 | 1 | 15,5 | 4374 | 4,374 | SGAS quadra 609 | 2 | 0,08 | 0,03 | 24,00 |
| 42 | 19/08/2016 | 1 | 19,6 | 8201 | 8,201 | CLS 406 | 1 | 0,07 | 0,02 | 15,00 |
| 43 | 19/08/2016 | 1 | 3,3 | 3276 | 3,276 | CRS 505 | 2 | 0,12 | 0,03 | 17,14 |
| 44 | 19/08/2016 | 1 | 12 | 26244 | 26,244 | SHS quadra 06 | 3 | 0,17 | 0,07 | 18,00 |
| 45 | 19/08/2016 | 1 | 29,2 | 52488 | 52,488 | SHCS 712 | 3 | 0,13 | 0,03 | 22,50 |
| 46 | 19/08/2016 | 1 | 9,9 | 3276 | 3,276 | SHCS 710/910 | 2 | 0,15 | 0,05 | 13,33 |
| 47 | 19/08/2016 | 1 | 30 | 52488 | 52,488 | SGAS quadra 607 | 6 | 0,28 | 0,07 | 21,18 |
| 48 | 19/08/2016 | 1 | 23,4 | 26244 | 26,244 | SHIS QI 03 | 16 | 0,25 | 0,07 | 64,00 |
| 49 | 19/08/2016 | 1 | 12,2 | 2187 | 2,187 | SHIS QL 08 | 5 | 0,12 | 0,12 | 42,86 |
| 50 | 19/08/2016 | 1 | 20,9 | 26244 | 26,244 | SHIS QI 13 | 7 | 0,33 | 0,05 | 21,00 |
| 51 | 19/08/2016 | 1 | 27,4 | 52488 | 52,488 | SHIS QL 12 | 3 | 0,08 | 0,08 | 36,00 |
| 52 | 19/08/2016 | 1 | 14 | 26244 | 26,244 | SHIS QI 09 | 5 | 0,12 | 0,07 | 42,86 |
| | 19/08/2016 | | | | | SHIS EQL 6/8 | 3 | 0,37 | | 8,18 |
| Somos | | | 283,60 | | 396,04 | | 82 | 3,07 | 0,92 | |
| Total | | | | | | | | 3,98 | | 28,36 |

[illegible]

| Ganhos - 19/08/2016 (Dia 3) | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 |
| 36 | 2,6 | 3,7 | 4,9 | 5,9 | 0,8 | 1,9 | 2,5 | 5,1 | 0,5 | 2,2 | 0,4 | 1,5 | 2,6 | 5,4 | 6,3 | 6,5 |
| 37 | x | 2,7 | 1,5 | 4,5 | 1,5 | 1,6 | 1,6 | 1,9 | 1,6 | -0,3 | 1,6 | 1,4 | 3,4 | 2,7 | 2,6 | 2,7 |
| 38 | | x | 3,1 | 4,2 | -2,2 | 0,1 | 0,8 | 2,7 | -1,3 | -1,4 | -1,3 | 1,4 | 2,4 | 5,5 | 6 | 4,1 |
| 39 | | | x | 10,5 | 5 | 6,9 | 8,7 | 11,5 | 5,5 | 6,1 | 6 | 0,3 | 1,4 | 3,5 | 6,3 | 4,7 |
| 40 | | | | x | 7,8 | 9,7 | 9,7 | 10,4 | 8,3 | 6,8 | 8,9 | 3,2 | 3,7 | 4,6 | 7,4 | 5,8 |
| 41 | | | | | x | 5,4 | 5,4 | 6,8 | 5,4 | 3,9 | 5,5 | 0,2 | 1,1 | 0,6 | 1,6 | 0,6 |
| 42 | | | | | | x | 8 | 9,3 | 6,5 | 5,1 | 6,9 | 0,5 | 1,5 | 1 | 3 | 1,4 |
| 43 | | | | | | | x | 13,5 | 9,4 | 8,7 | 7,2 | 0,9 | 1,8 | 1,4 | 4,2 | 2,6 |
| 44 | | | | | | | | x | 11,6 | 11,2 | 9 | 1,3 | 3,6 | 4,8 | 7,6 | 6 |
| 45 | | | | | | | | | x | 9,3 | 6,3 | 0,8 | 2 | 1,3 | 1,9 | 1,3 |
| 46 | | | | | | | | | | x | 4,4 | -1,1 | -0,1 | -0,6 | 1,3 | -0,3 |
| 47 | | | | | | | | | | | x | 0,2 | 1,2 | 0,6 | 2,5 | 1,1 |
| 48 | | | | | | | | | | | | x | 1,7 | 2,3 | 1,1 | 1,5 |
| 49 | | | | | | | | | | | | | x | 1,7 | 1,7 | 1,7 |
| 50 | | | | | | | | | | | | | | x | 6,5 | 5,7 |
| 51 | | | | | | | | | | | | | | | x | 6,4 |
| 52 | | | | | | | | | | | | | | | | x |

| S | Valor | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|-----|--------|------|--------|------|--------|------|--------|-----|
| s36,37 | 2,6 | s37,38 | 2,7 | s38,40 | 4,2 | s39,43 | 8,7 | s40,47 | 8,9 | s41,52 | 0,6 | s43,49 | 1,8 | s45,50 | 1,3 | s48,51 | 1,1 |
| s36,38 | 3,7 | s37,39 | 1,5 | s38,41 | -2,2 | s39,44 | 11,5 | s40,48 | 3,2 | s42,43 | 8 | s43,50 | 1,4 | s45,51 | 1,9 | s48,52 | 1,5 |
| s36,39 | 4,9 | s37,40 | 4,5 | s38,42 | 0,1 | s39,45 | 5,5 | s40,49 | 3,7 | s42,44 | 9,3 | s43,51 | 4,2 | s45,52 | 1,3 | s49,50 | 1,7 |
| s36,40 | 5,9 | s37,41 | 1,5 | s38,43 | 0,8 | s39,46 | 6,1 | s40,50 | 4,6 | s42,45 | 6,5 | s43,52 | 2,6 | s46,47 | 4,4 | s49,51 | 1,7 |
| s36,41 | 0,8 | s37,42 | 1,6 | s38,44 | 2,7 | s39,47 | 6 | s40,51 | 7,4 | s42,46 | 5,1 | s44,45 | 11,6 | s46,48 | -1,1 | s49,52 | 1,7 |
| s36,42 | 1,9 | s37,43 | 1,6 | s38,45 | -1,3 | s39,48 | 0,3 | s40,52 | 5,8 | s42,47 | 6,9 | s44,46 | 11,2 | s46,49 | -0,1 | s50,51 | 6,5 |
| s36,43 | 2,5 | s37,44 | 1,9 | s38,46 | -1,4 | s39,49 | 1,4 | s41,42 | 5,4 | s42,48 | 0,5 | s44,47 | 9 | s46,50 | -0,6 | s50,52 | 5,7 |
| s36,44 | 5,1 | s37,45 | 1,6 | s38,47 | -1,3 | s39,50 | 3,5 | s41,43 | 5,4 | s42,49 | 1,5 | s44,48 | 1,3 | s46,51 | 1,3 | s51,52 | 6,4 |
| s36,45 | 0,5 | s37,46 | -0,3 | s38,48 | 1,4 | s39,51 | 6,3 | s41,44 | 6,8 | s42,50 | 1 | s44,49 | 3,6 | s46,52 | -0,3 | | |
| s36,46 | 2,2 | s37,47 | 1,6 | s38,49 | 2,4 | s39,52 | 4,7 | s41,45 | 5,4 | s42,51 | 3 | s44,50 | 4,8 | s47,48 | 0,2 | | |
| s36,47 | 0,4 | s37,48 | 1,4 | s38,50 | 5,5 | s40,41 | 7,8 | s41,46 | 3,9 | s42,52 | 1,4 | s44,51 | 7,6 | s47,49 | 1,2 | | |
| s36,48 | 1,5 | s37,49 | 3,4 | s38,51 | 6 | s40,42 | 9,7 | s41,47 | 5,5 | s43,44 | 13,5 | s44,52 | 6 | s47,50 | 0,6 | | |
| s36,49 | 2,6 | s37,50 | 2,7 | s38,52 | 4,1 | s40,43 | 9,7 | s41,48 | 0,2 | s43,45 | 9,4 | s45,46 | 9,3 | s47,51 | 2,5 | | |
| s36,50 | 5,4 | s37,51 | 2,6 | s39,40 | 10,5 | s40,44 | 10,4 | s41,49 | 1,1 | s43,46 | 8,7 | s45,47 | 6,3 | s47,52 | 1,1 | | |
| s36,51 | 6,3 | s37,52 | 2,7 | s39,41 | 5 | s40,45 | 8,3 | s41,50 | 0,6 | s43,47 | 7,2 | s45,48 | 0,8 | s48,49 | 1,7 | | |
| s36,52 | 6,5 | s38,39 | 3,1 | s39,42 | 6,9 | s40,46 | 6,8 | s41,51 | 1,6 | s43,48 | 0,9 | s45,49 | 2 | s48,50 | 2,3 | | |

| Roteiro 1 | 0-43-44-0 | 0-43-44-45-0 | 0-40-43-44-45-0 | ... | 0-41-47-42-39-40-43-44-45-46-36-52-51-50-38-37-49-48-0 |
|------------------------------|-----------|--------------|-----------------|-----|--|
| Capacidade (kg) | 15,30 | 44,50 | 49,90 | | 283,60 |
| Volume (l) | 29,52 | 82,01 | 86,04 | | 396,04 |
| Distância Percorrida (km) | 18,50 | 19,70 | 21,10 | | 62,50 |
| Tempo de Deslocamento (h) | 0,63 | 0,68 | 0,72 | | 1,92 |
| Tempo Total (com t descarga) | 0,73 | 0,82 | 0,93 | | 2,83 |
| Velocidade Média | 29,37 | 28,83 | 29,44 | | 32,61 |

22/08/2016: Dia 4

| Roteiro Real - Dia 4 | | | | | | | | | | |
|----------------------|------------|----------------------|-----------|-----------------------|------------------|-----------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------|------------------------|
| Ordem | Data | Quantidade (unidade) | Peso (kg) | Medidas - HxCxL (cm³) | Medidas (litros) | Endereço para Entrega | Distância Percorrida (km) | Tempo de Deslocamento (h) | Tempo de Descarga (h) | Velocidade Real (km/h) |
| | 22/08/2016 | | | | | SHIS EQL 6/8 | | | | |
| 53 | 22/08/2016 | 1 | 9,6 | 52488 | 52,488 | SHIS QL 22 | 6 | 0,27 | 0,03 | 22,50 |
| 54 | 22/08/2016 | 1 | 13,3 | 26244 | 26,244 | SES quadra 801 | 32 | 0,75 | 0,13 | 42,67 |
| 55 | 22/08/2016 | 1 | 11 | 52488 | 52,488 | CRS 505 | 3 | 0,17 | 0,07 | 18,00 |
| 56 | 22/08/2016 | 1 | 27,3 | 52488 | 52,488 | CRS 513 | 4 | 0,25 | 0,02 | 16,00 |
| 57 | 22/08/2016 | 1 | 10,4 | 8201 | 8,201 | CRS 514 | 2 | 0,12 | 0,20 | 17,14 |
| 58 | 22/08/2016 | 1 | 23,6 | 26244 | 26,244 | CRS 515 | 3 | 0,12 | 0,12 | 25,71 |
| 59 | 22/08/2016 | 1 | 29,9 | 140400 | 140,4 | SES quadra 809 | 5 | 0,17 | 0,07 | 30,00 |
| 60 | 22/08/2016 | 1 | 28,7 | 140400 | 140,4 | SES quadra 811 | 0 | 0,02 | 0,10 | 0,00 |
| | 22/08/2016 | | | | | SHIS EQL 6/8 | 3 | 0,05 | 0,33 | 60,00 |
| 61 | 22/08/2016 | 1 | 25,5 | 140400 | 140,4 | SES quadra 807 | 4 | 0,10 | 0,05 | 40,00 |
| 62 | 22/08/2016 | 1 | 10,1 | 8201 | 8,201 | SGAS 615 | 3 | 0,17 | 0,08 | 18,00 |
| 63 | 22/08/2016 | 1 | 22 | 52488 | 52,488 | SES quadra 801 | 3 | 0,17 | 0,03 | 18,00 |
| 64 | 22/08/2016 | 1 | 22 | 52488 | 52,488 | SES quadra 801 | 2 | 0,08 | 0,05 | 24,00 |
| 65 | 22/08/2016 | 1 | 22 | 52488 | 52,488 | SHIS QL 12 | 8 | 0,42 | 0,17 | 19,20 |
| | 22/08/2016 | | | | | SHIS EQL 6/8 | 9 | 0,47 | | 19,29 |
| Somas | | | 255,40 | | 805,02 | | 87 | 3,30 | 1,45 | |
| Total | | | | | | | | 4,75 | | 24,70 |

[illegible]

| Ganhos -22/08/2016 (Dia 4) | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-----|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 |
| 53 | 5,1 | 2,7 | -1,2 | -0,6 | 0,5 | 1 | 0,8 | 3,5 | 2,7 | 5,1 | 5,1 | 6,9 |
| 54 | x | 8,6 | 5 | 5,5 | 4,6 | 5,9 | 5,6 | 7,8 | 4,1 | 12 | 12 | 5,5 |
| 55 | | x | 9 | 8,6 | 9,3 | 5,3 | 5,1 | 7,1 | 4,6 | 9,5 | 9,5 | 3,3 |
| 56 | | | x | 12,8 | 13,7 | 4,9 | 5,5 | 6 | 7,8 | 6,2 | 6,2 | 1,1 |
| 57 | | | | x | 13,9 | 4,8 | 5,3 | 5,9 | 8 | 6,3 | 6,3 | 1 |
| 58 | | | | | x | 6 | 6,6 | 6,6 | 9,7 | 6,7 | 6,7 | 2,3 |
| 59 | | | | | | x | 5 | 6 | 3,6 | 5,5 | 5,5 | 1,6 |
| 60 | | | | | | | x | 5,8 | 4,2 | 5,3 | 5,3 | 1,3 |
| 61 | | | | | | | | x | 4,2 | 7,8 | 7,8 | 3,9 |
| 62 | | | | | | | | | x | 5,5 | 5,5 | 1,1 |
| 63 | | | | | | | | | | x | 12 | 5,5 |
| 64 | | | | | | | | | | | x | 5,5 |
| 65 | | | | | | | | | | | | x |

| S | Valor | | | | | | | | |
|--------|-------|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|------|
| s57,58 | 13,9 | s61,63 | 7,8 | s57,61 | 5,9 | s53,54 | 5,1 | s55,65 | 3,3 |
| s56,58 | 13,7 | s61,64 | 7,8 | s60,61 | 5,8 | s53,63 | 5,1 | s53,55 | 2,7 |
| s56,57 | 12,8 | s55,61 | 7,1 | s54,60 | 5,6 | s53,64 | 5,1 | s53,62 | 2,7 |
| s54,63 | 12 | s53,65 | 6,9 | s54,57 | 5,5 | s55,60 | 5,1 | s58,65 | 2,3 |
| s54,64 | 12 | s58,63 | 6,7 | s54,65 | 5,5 | s54,56 | 5 | s59,65 | 1,6 |
| s63,64 | 12 | s58,64 | 6,7 | s56,60 | 5,5 | s59,60 | 5 | s60,65 | 1,3 |
| s58,62 | 9,7 | s58,60 | 6,6 | s59,63 | 5,5 | s56,59 | 4,9 | s62,65 | 1,1 |
| s55,63 | 9,5 | s58,61 | 6,6 | s59,64 | 5,5 | s57,59 | 4,8 | s56,65 | 1,1 |
| s55,64 | 9,5 | s57,63 | 6,3 | s63,65 | 5,5 | s55,62 | 4,6 | s53,59 | 1 |
| s55,58 | 9,3 | s57,64 | 6,3 | s64,65 | 5,5 | s54,58 | 4,6 | s57,65 | 1 |
| s55,56 | 9 | s56,63 | 6,2 | s62,63 | 5,5 | s60,62 | 4,2 | s53,60 | 0,8 |
| s54,55 | 8,6 | s56,64 | 6,2 | s62,64 | 5,5 | s61,62 | 4,2 | s53,58 | 0,5 |
| s55,57 | 8,6 | s58,59 | 6 | s55,59 | 5,3 | s54,62 | 4,1 | s53,57 | -0,6 |
| s57,62 | 8 | s59,61 | 6 | s57,60 | 5,3 | s61,65 | 3,9 | s53,56 | -1,2 |
| s54,61 | 7,8 | s56,61 | 6 | s60,63 | 5,3 | s59,62 | 3,6 | | |
| s56,62 | 7,8 | s54,59 | 5,9 | s60,64 | 5,3 | s53,61 | 3,5 | | |

| Roteiros | 0-57-58-0 | 0-57-58-56-0 | 0-57-58-56-55-0 | | 0-65-53-62-57-58-56-55-63-54-64-61-59-0 | | 0-60-0 |
|------------------------------|-----------|--------------|-----------------|-----|---|----|--------|
| Capacidade (kg) | 34,00 | 61,30 | 72,30 | ... | 226,70 | CD | 28,70 |
| Volume (l) | 34,45 | 86,93 | 139,42 | | 664,62 | | 140,40 |
| Distância Percorrida (km) | 15,30 | 16,10 | 19,50 | | 48,90 | | 5,80 |
| Tempo de Deslocamento (h) | 0,47 | 0,52 | 0,63 | | 1,35 | | 0,15 |
| Tempo Total (com t descarga) | 0,78 | 0,85 | 1,03 | | 2,70 | | 0,25 |
| Velocidade Média | 32,79 | 31,16 | 30,79 | | 36,22 | | 38,67 |

| Ganhos - 23/08/2016 (Dia 5) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | |
| 66 | 2,8 | 5,8 | 1,5 | 0,9 | 3,3 | 1,9 | -0,5 | 0,4 | 9,7 | -1,5 | -2,9 | 0,3 | 8,5 | 10,2 | 2,8 | 2,8 | 4,7 | 3,8 | |
| 67 | x | | 6,3 | 0,3 | 1,2 | 4,5 | 0,5 | 0,6 | 2,4 | 5,5 | 4,8 | 7,8 | 8,6 | 10,4 | 12,8 | 13 | 6,4 | 3,7 | |
| 68 | | x | | 1,2 | 1,4 | 3,4 | 6,2 | 1,3 | 1,4 | 5 | 2,8 | 1,4 | 4,6 | 5,3 | 7 | 7,1 | 7,2 | 7,6 | 6,4 |
| 69 | | | x | | 3,5 | 2,1 | 1,2 | 2,7 | 1,1 | 2,1 | -1,1 | 2,3 | -0,1 | 1,8 | 3,6 | -0,1 | 0 | 1,6 | 2 |
| 70 | | | | x | | 2,6 | 1,7 | 1,8 | 1 | 2,6 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 1,6 | 3,4 | 0,5 | 0,3 | 2,2 | 1,7 |
| 71 | | | | | x | | 3,3 | 0,9 | 1 | 3,8 | 1 | 1 | 0,9 | 3,8 | 5,6 | 1,8 | 1,9 | 3,8 | 3,6 |
| 72 | | | | | | x | | 1,9 | 1,9 | 3,2 | 1,9 | 1,8 | 2,4 | 4,2 | 4,2 | 4,3 | 5,7 | 5,7 | |
| 73 | | | | | | | x | | 0,8 | 0,8 | -0,3 | -0,2 | -0,4 | 0,5 | 2,3 | -0,4 | -0,3 | 0,8 | 0,8 |
| 74 | | | | | | | | x | | 0,9 | -0,2 | -0,2 | -0,2 | -0,6 | 1,2 | -0,3 | -0,2 | 1 | 0,9 |
| 75 | | | | | | | | | x | | -1,6 | -3 | 0,2 | 8,4 | 10,2 | 2,7 | 2,8 | 4,6 | 3,8 |
| 76 | | | | | | | | | | x | | 8,3 | 6,8 | 2,4 | 4,2 | 5,8 | 5,8 | 1,7 | 1,1 |
| 77 | | | | | | | | | | | x | | 6 | 1,7 | 3,5 | 5 | 5,1 | 1,4 | 1,4 |
| 78 | | | | | | | | | | | | x | | 4,6 | 6,4 | 8,2 | 8,3 | 4,2 | 2,6 |
| 79 | | | | | | | | | | | | | x | | 26,2 | 9,5 | 9,6 | 5,8 | 5 |
| 80 | | | | | | | | | | | | | | x | | 9,5 | 9,6 | 5,8 | 5 |
| 81 | | | | | | | | | | | | | | | x | | 13,1 | 6,4 | 4,7 |
| 82 | | | | | | | | | | | | | | | | x | | 6,5 | 4,8 |
| 83 | | | | | | | | | | | | | | | | | x | | 6,5 |
| 84 | | | | | | | | | | | | | | | | | | x | |

| S | Valor | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|------|--|--|--|--|
| s79,80 | 26,2 | s68,81 | 7,1 | s68,79 | 5,3 | s66,84 | 3,8 | s70,75 | 2,6 | s77,79 | 1,7 | s71,76 | 1 | s66,78 | 0,3 | | | | |
| s81,82 | 13,1 | s68,80 | 7 | s77,82 | 5,1 | s71,75 | 3,8 | s78,84 | 2,6 | s70,84 | 1,7 | s74,83 | 1 | s67,69 | 0,3 | | | | |
| s67,82 | 13 | s76,78 | 6,8 | s79,84 | 5 | s75,84 | 3,8 | s72,79 | 2,4 | s70,72 | 1,7 | s71,77 | 1 | s70,82 | 0,3 | | | | |
| s67,81 | 12,8 | s82,83 | 6,5 | s77,81 | 5 | s67,84 | 3,7 | s76,79 | 2,4 | s76,83 | 1,7 | s66,70 | 0,9 | s75,78 | 0,2 | | | | |
| s67,80 | 10,4 | s83,84 | 6,5 | s80,84 | 5 | s69,80 | 3,6 | s67,75 | 2,4 | s70,79 | 1,6 | s71,78 | 0,9 | s69,82 | 0 | | | | |
| s75,80 | 10,2 | s67,83 | 6,4 | s68,75 | 5 | s71,84 | 3,6 | s69,77 | 2,3 | s69,83 | 1,6 | s74,75 | 0,9 | s69,81 | -0,1 | | | | |
| s66,80 | 10,2 | s81,83 | 6,4 | s67,77 | 4,8 | s69,70 | 3,5 | s73,80 | 2,3 | s66,69 | 1,5 | s74,84 | 0,9 | s69,78 | -0,1 | | | | |
| s66,75 | 9,7 | s68,84 | 6,4 | s82,84 | 4,8 | s77,80 | 3,5 | s70,83 | 2,2 | s68,70 | 1,4 | s71,73 | 0,9 | s73,77 | -0,2 | | | | |
| s79,82 | 9,6 | s78,80 | 6,4 | s81,84 | 4,7 | s70,80 | 3,4 | s69,71 | 2,1 | s68,74 | 1,4 | s73,83 | 0,8 | s74,77 | -0,2 | | | | |
| s80,82 | 9,6 | s67,68 | 6,3 | s66,83 | 4,7 | s68,71 | 3,4 | s69,75 | 2,1 | s68,77 | 1,4 | s73,74 | 0,8 | s74,78 | -0,2 | | | | |
| s79,81 | 9,5 | s68,72 | 6,2 | s78,79 | 4,6 | s66,71 | 3,3 | s69,84 | 2 | s77,83 | 1,4 | s73,84 | 0,8 | s74,76 | -0,2 | | | | |
| s80,81 | 9,5 | s77,78 | 6 | s68,78 | 4,6 | s71,72 | 3,3 | s71,82 | 1,9 | s77,84 | 1,4 | s73,75 | 0,8 | s74,82 | -0,2 | | | | |
| s67,79 | 8,6 | s66,68 | 5,8 | s75,83 | 4,6 | s72,75 | 3,2 | s72,73 | 1,9 | s68,73 | 1,3 | s67,74 | 0,6 | s73,76 | -0,3 | | | | |
| s66,79 | 8,5 | s79,83 | 5,8 | s67,72 | 4,5 | s66,82 | 2,8 | s72,74 | 1,9 | s74,80 | 1,2 | s70,76 | 0,6 | s74,81 | -0,3 | | | | |
| s75,79 | 8,4 | s80,83 | 5,8 | s72,82 | 4,3 | s68,76 | 2,8 | s72,77 | 1,9 | s69,72 | 1,2 | s70,77 | 0,6 | s73,82 | -0,3 | | | | |
| s76,77 | 8,3 | s76,81 | 5,8 | s76,80 | 4,2 | s66,67 | 2,8 | s66,72 | 1,9 | s67,71 | 1,2 | s67,70 | 0,5 | s73,78 | -0,4 | | | | |
| s78,82 | 8,3 | s76,82 | 5,8 | s72,81 | 4,2 | s66,81 | 2,8 | s72,76 | 1,9 | s68,69 | 1,2 | s67,73 | 0,5 | s73,81 | -0,4 | | | | |
| s78,81 | 8,2 | s72,83 | 5,7 | s78,83 | 4,2 | s75,82 | 2,8 | s69,79 | 1,8 | s69,74 | 1,1 | s70,78 | 0,5 | s66,73 | -0,5 | | | | |
| s67,78 | 7,8 | s72,84 | 5,7 | s72,80 | 4,2 | s75,81 | 2,7 | s72,78 | 1,8 | s76,84 | 1,1 | s70,81 | 0,5 | s74,79 | -0,6 | | | | |
| s68,83 | 7,6 | s71,80 | 5,6 | s71,79 | 3,8 | s69,73 | 2,7 | s70,73 | 1,8 | s70,74 | 1 | s73,79 | 0,5 | s69,76 | -1,1 | | | | |
| s68,82 | 7,2 | s67,76 | 5,5 | s71,83 | 3,8 | s70,71 | 2,6 | s71,81 | 1,8 | s71,74 | 1 | s66,74 | 0,4 | s66,76 | -1,5 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | s75,76 | -1,6 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | s66,77 | -2,9 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | s75,77 | -3 | | | | |

| Roteiro 1 | 0-79-80-0 | 0-79-80-67-0 | 0-79-80-67-82-0 | | 0-74-73-69-70-71-72-84-83-68-75-66-79-80-67-82-81-78-76-77-0 |
|------------------------------|-----------|--------------|-----------------|--|--|
| Capacidade (kg) | 18,20 | 34,20 | 35,50 | | 237,70 |
| Volume (l) | 54,68 | 62,88 | 65,06 | | 372,53 |
| Distância Percorrida (km) | 40,10 | 42,10 | 42,20 | | 67,90 |
| Tempo de Deslocamento (h) | 0,85 | 0,88 | 0,90 | | 1,95 |
| Tempo Total (com t descarga) | 1,10 | 1,20 | 1,55 | | 4,82 |
| Velocidade Média | 47,18 | 47,66 | 46,89 | | 34,82 |